

**CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR – UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

**PROYECTO FIN DE CARRERA**  
**Ingeniería de Telecomunicación**  
**Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones**

**Zaragoza, Julio 2010**

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DE REDES  
CONVERGENTES DE TELEFONÍA IP Y  
APLICACIONES DISTRIBUIDAS PARA  
EMPRESAS MULTISEDE**

**DIRECTOR**  
**Eduardo Antonio Viruete Navarro**

**PONENTE**  
**Julián Fernández Navajas**

**AUTOR**  
**Ana M<sup>a</sup> Bernal Antorán**

# **RESUMEN**

## **ESTUDIO Y ANÁLISIS DE REDES CONVERGENTES DE TELEFONÍA IP Y APLICACIONES DISTRIBUIDAS PARA EMPRESAS MULTISEDE.**

En este proyecto, y de acuerdo a lo que veremos a continuación, se pretende analizar las soluciones convergentes de telefonía que existen en el mercado y cómo se deben aplicar en entornos empresariales multisede.

Detallaremos las premisas fundamentales que sirven de base para el diseño conveniente de una red convergente, es decir, se analizarán tanto los requerimientos técnicos básicos como los entornos físicos y lógicos empresariales.

La tecnología base sobre la que se sustentan todas las soluciones de voz de redes convergentes es la tecnología VoIP (*Voice Over IP*), que posteriormente analizaremos con detalle. Así mismo, haremos referencia al proceso que experimenta la señal de voz tradicional para poder ser procesada por los nuevos dispositivos de voz IP.

Tal y como hemos mencionado, otro factor fundamental en el diseño de redes son los escenarios de implementación de las soluciones particulares. En este sentido, atenderemos a la clasificación de los entornos empresariales, pero no según su dimensionamiento estándar o facturación, sino prestando atención al uso e influencia de las comunicaciones de voz en sus procesos empresariales. Del mismo modo, atenderemos a los entornos físicos sobre los que se van a sustentar las soluciones convergentes de telefonía. Esta nueva tecnología utiliza la infraestructura física de las redes de datos como medio para establecer las soluciones de voz sobre IP, por lo que su análisis y estudio es esencial para el correcto diseño de este tipo de soluciones.

En los puntos siguientes desarrollaremos una solución global de comunicaciones convergentes, destacando los puntos relevantes y detallando las diferentes posibilidades funcionales que nos aportan dichas redes, considerando especialmente las aplicaciones avanzadas de telefonía, las cuales son, en definitiva, las que aportan valor a los nuevos escenarios de voz.

Como punto final, se ofrece una guía de diseño a través de la cual podamos tener una solución de partida adecuada, que permita a las empresas poder establecer su propio plan de implantación en función de sus requerimientos actuales y los esperados a medio plazo.

## *Índice general:*

1. Motivación, implicación y objetivos .....	7
2. Análisis de los entornos tecnológicos VoIP .....	9
2.1. Introducción a la tecnología .....	9
2.2. Entornos empresariales de estudio .....	9
2.2.1 Introducción .....	9
2.2.2 Entornos lógicos .....	10
2.2.3 Entornos físicos de red .....	12
3. Escenario de red convergente IP .....	16
3.1. Visión General .....	16
3.2. Componentes físicos y lógicos .....	17
3.2.1 Central Telefónica .....	17
3.2.2 Gateways VoIP .....	18
3.2.3 Terminales IP .....	18
3.2.4 Softphone IP .....	19
3.2.5 Soluciones de redundancia .....	19
3.3. Aplicaciones avanzadas de telefonía .....	19
3.3.1 Aplicación de Centros de Contacto .....	19
3.3.2 Aplicaciones CTI/IVR .....	20
3.3.3 Aplicaciones de Comunicaciones Unificadas .....	20
3.3.4 Aplicaciones de VoIP sobre WLAN .....	21
4. Estudio económico / funcional .....	22
4.1. Introducción .....	22
4.2. Elección de plataforma Telefónica .....	22
4.2.1 Especificaciones generales de la toma de decisión. ....	22
4.2.2 Modelo económico y funcional .....	23
4.3. Elección equipo terminal de usuario .....	25
4.3.1 Especificaciones generales de la toma de decisión. ....	25
4.3.2 Modelo económico y funcional .....	25
4.4. Elección aplicaciones avanzadas de telefonía.....	26
4.4.1 Especificaciones generales de la toma de decisión. ....	26
4.4.2 Modelo económico y funcional .....	26
5. Guía de diseño de redes convergentes IP .....	29
5.1. Visión General .....	29
5.2. Fase de Preparación .....	30
5.2.1 Descripción General .....	30
5.2.2 Definición de Requerimientos y Limitaciones.....	30
5.2.3 Definición de estrategia tecnológica .....	31
5.3. Fase de Planificación .....	32
5.3.1 Descripción General .....	32
5.3.2 Estudio del entorno físico .....	32
5.3.3 Estudio del entorno de red .....	33
5.3.4 Estudio del entorno operativo .....	33
5.4. Fase de Diseño .....	34
5.4.1 Descripción General .....	34
5.4.2 Definición de perfiles de usuario .....	34
5.4.3 Definición de recursos de operador .....	35
5.4.4 Definición de entornos de red .....	35
5.4.5 Definición de recursos para aplicaciones avanzadas de telefonía .....	37
5.4.6 Realización de esquema de red general .....	37

<b>6. Conclusiones, líneas futuras y descripción del trabajo .....</b>	<b>38</b>
6.1. Conclusiones y líneas futuras .....	38
6.2. Descripción del trabajo .....	38
<b><i>Bibliografía y fuentes</i> .....</b>	<b>40</b>
<b><i>Glosario de términos:</i> .....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO I. Arquitectura VoIP .....</b>	<b>43</b>
▪ Consideraciones iniciales .....	43
▪ Estándares VoIP .....	46
▪ Codificadores .....	48
▪ Quality Of Service (QoS) .....	50
<b>ANEXO II. Cálculo Cotización Económica funcional.....</b>	<b>52</b>
▪ Consideraciones iniciales .....	52
▪ Análisis económico elección plataforma de telefonía.....	52
▪ Análisis económico elección terminal de usuario .....	56
▪ Análisis económico aplicación avanzada de telefonía.....	58
<b>ANEXO III. Ejemplo de aplicación .....</b>	<b>59</b>
▪ Descripción Inicial .....	59
▪ Fase de preparación .....	60
▪ Fase de Planificación .....	62
▪ Fase de Diseño .....	63

## Índice de Tablas:

Tabla 1. Niveles de tráfico de usuario	10
Tabla 2. Niveles de calidad de transmisión	12
Tabla 3. Conectividad de plataforma VoIP	17
Tabla 4. Gateways VoIP	18
Tabla 5. Factores de elección plataforma telefónica	22
Tabla 6. Análisis de costes elección plataforma telefónica	23
Tabla 7. Análisis funcional elección plataforma telefónica	24
Tabla 8. Factores de elección terminales de usuarios	25
Tabla 9. Evolución de costes elección terminales de usuarios	25
Tabla 10. Factores de elección aplicaciones avanzadas de telefonía	26
Tabla 11. Análisis de costes elección aplicaciones avanzadas de telefonía	27
Tabla 12. Información fase de preparación	30
Tabla 13. Extrapolación tecnológica fase de preparación	31
Tabla 14. Valoración principal plataforma según extrapolación tecnológica	32
Tabla 15. Nivel de tráfico por perfil de usuario	34
Tabla 16. Características codec's de usuario	48
Tabla 17. Ancho de banda codec's de usuario	49
Tabla 18. Perfiles Calidad de Servicio	50
Tabla 19. Factores de transmisión de tráfico	51
Tabla 20. Solución IP. Ampliación de recursos sobre plataforma tradicional	53
Tabla 21. Solución analógica. Ampliación de recursos sobre plataforma tradicional	53
Tabla 22. Solución IP. Ampliación de recursos sobre plataforma IP pura	54
Tabla 23. Solución analógica. Ampliación de recursos sobre plataforma IP pura	54
Tabla 24. Ampliación de recursos sobre plataforma FreePBX	55
Tabla 25. Extrapolación tecnológica. Ejemplo de aplicación.	61
Tabla 26. Volumen de llamadas. Ejemplo de aplicación.	64
Tabla 27. Cálculo de tráficos por usuario. Ejemplo de aplicación.	64
Tabla 28. Cálculo de canales. Ejemplo de aplicación.	64
Tabla 29. Cálculo de recursos de operador. Ejemplo de aplicación.	65
Tabla 30. Perfiles de usuario. Ejemplo de aplicación.	65
Tabla 31. Valores Codec G.729. Ejemplo de aplicación.	67
Tabla 32. Tráficos por usuario estándar. Ejemplo de aplicación.	67
Tabla 33. Cálculo de Tráficos de red WAN. Ejemplo de aplicación.	68
Tabla 34. Número de usuarios. Ejemplo de aplicación.	68
Tabla 35. Tráfico de red. Ejemplo de aplicación.	68
Tabla 36. Cálculo de canales de red WAN. Ejemplo de aplicación.	68

## Índice de Figuras:

Figura 1. Escenario de red convergente	16
Figura 2.Evolución de costes solución IP mayoritaria elección plataforma telefónica	23
Figura 3.Evolución de costes solución analógica mayoritaria plataforma telefónica	23
Figura 4.Análisis funcional solución IP mayoritaria elección plataforma telefónica	24
Figura 5. Análisis funcional solución analógica mayoritaria plataforma telefónica	24
Figura 6. Evolución de costes elección Terminal de usuario	26
Figura 7. Evolución de costes elección aplicaciones de telefonía	27
Figura 8. Solución híbrida de telefonía	28
Figura 9. Fases del ciclo de vida de una solución	29
Figura 10. Diagrama de Gantt de trabajo personal	39
Figura 11. Flujo VoIP	43
Figura 12. Modelos de comunicación	44
Figura 13. Arquitectura VoIP	45
Figura 14. Plataforma tradicional base	52
Figura 15. Plataforma tradicional ampliada	53
Figura 16. Plataforma IP pura	54
Figura 17. Terminal sobremesa plataforma tradicional	56
Figura 18. Terminal sobremesa plataforma IP pura	56
Figura 19. Terminal sobremesa plataforma FreePBX	56
Figura 20. Terminal DECT inalámbrico	57
Figura 21. Terminal IP propietario inalámbrico	57
Figura 22. Terminal IP/SIP inalámbrico	57
Figura 23. Softphone propietario	57
Figura 24. Softphone IP estándar	58
Figura 25. Herramienta Actis. Cotización aplicaciones avanzadas de telefonía	58
Figura 26. Evolución de negocio. Ejemplo de aplicación	59
Figura 27.Herramienta de cálculo de canales	63
Figura 28.Eschema general de ejemplo de aplicación	70

## 1. Motivación, implicación y objetivos

En el mundo empresarial actual, las comunicaciones y la gestión de la información son aspectos cruciales para el mantenimiento y progreso de las entidades. El problema fundamental al que se enfrentan las empresas en la actualidad no sólo es económico sino también funcional: se trata de averiguar cómo mejorar los procesos de comunicación internos y/o externos que permitan reducir los costes incrementando el volumen de negocio. Para solucionar esta problemática las empresas deben apoyarse en la tecnología, la tecnología IP es uno de los factores fundamentales a tener en cuenta.

La evolución tecnológica en el mundo empresarial ha supuesto desde los años 90 un gran reto que consume muchos recursos de la empresa en las fases de planificación e implementación de las nuevas tecnologías, además de suponer una revolución interna por el cambio en la metodología de trabajo que se deriva.

En los últimos años, las empresas han sufrido o empiezan a sufrir, una nueva revolución en el ámbito de las comunicaciones: la tecnología VoIP (*Voice Over IP*). Este nuevo modo de comunicación comienza su implantación como un nuevo recurso a disposición de las empresas para conseguir aumentar los beneficios empresariales. Con esta nueva tecnología podemos conseguir las principales facilidades de la telefonía básica como son el encaminamiento de llamadas, su transferencia, etc. permitiendo compartir recursos de los sistemas de comunicaciones de datos, para conseguir reducir los costes de comunicaciones y mejorar procesos internos de información corporativa.

El objetivo de este proyecto es el de reflejar el proceso de diseño e implantación de las diferentes soluciones de telefonía basadas en tecnología IP que existen en el mercado, y cómo cada una de ellas es adecuada para un entorno de voz empresarial concreto. Es esencial investigar y crear una tecnología de mercado, pero es crucial adecuar la tecnología a los usuarios finales, ya sean entidades particulares, corporaciones o usuarios individuales, ya que una solución mal enfocada es una solución no válida, independientemente de la tecnología utilizada. Al mismo tiempo analizaremos cómo esta nueva tecnología nos permite integrar nuevas aplicaciones de negocio que facilitan a la entidad evolucionar y acelerar su crecimiento.

La distribución de la memoria de este proyecto está fundamentada en las siguientes partes de estudio:

- **Capítulo 1. Motivación, implicación y objetivos.**

Es el punto de desarrollo actual. En él exponemos las premisas básicas que han servido de motivación para la realización de este proyecto. Además, en este punto hacemos un pequeño resumen del contenido conceptual y la estructura del proyecto.

- **Capítulo 2. Introducción a la tecnología VoIP**

En este punto se enuncia el significado de la tecnología voz IP utilizada en el desarrollo del presente proyecto. Del mismo modo, se analizan los diferentes perfiles de empresa que se encuentran en el mercado distinguiendo en qué grado influyen sus comunicaciones de voz en el negocio.

- **Capítulo 3. Escenario de Red Convergente IP**

En este punto especificaremos un escenario convergente completo en un entorno multisede, realizando un análisis técnico de cada uno de los elementos que integran la solución.

- **Capítulo 4. Estudio económico funcional**

Atendiendo a su implantación en el mundo real, se realizará un análisis económico de implantación estimado que nos permitan realizar una aproximación de los periodos de retorno de la inversión de la solución adoptada, ya que éste es un factor fundamental en la implantación de las nuevas tecnologías en entornos empresariales reales.

- **Capítulo 5. Guía de diseño de redes convergentes**

Este punto pretende ser una guía de diseño basada en las fases del ciclo de vida de una solución tecnológica, describiendo los pasos a realizar en cada una de las mencionadas fases, y los datos a aportar en cada una de ellas, con el fin de que cualquier entidad pueda tener una visión general del proceso de implantación de una nueva solución tecnológica.

- **Capítulo 6. Conclusiones, líneas futuras de aplicación y descripción del trabajo**

Después de la experiencia adquirida en el diseño de soluciones convergentes en entornos reales, la premisa fundamental que debe ser la base de toda solución es la de implementar la solución más adecuada para el entorno físico y lógico particular en función de todas las especificaciones técnicas expuestas en este proyecto. Así, y después del análisis realizado, cualquier usuario con unos conocimientos medios en procesos IT podrá establecer un modelo de solución convergente IP que le permita conseguir el diseño más adecuado en la integración de sus comunicaciones corporativas.

Del mismo modo, se realizará una breve descripción del tiempo y recursos dedicados en la elaboración del presente proyecto.

- **Anexo I. Arquitectura VoIP**

En este punto analizaremos con más detalle alguno de los factores clave de la tecnología VoIP, atendiendo a los factores clave que definen esta tecnología en entornos multisede: tecnología de los protocolos, codificadores y factor de calidad de servicio.

- **Anexo II. Cálculo Cotización Económica Funcional**

En este anexo se desglosa el proceso de cotización económica utilizado en el capítulo IV Escenario de Red Convergente IP del presente proyecto en el que se elabora la descripción de un entorno multisede tipo con un diseño de red tipo.

- **Anexo III. Ejemplo de aplicación**

En este Anexo se analiza un entorno determinado intentando desarrollar todos los escenarios posibles, y para ello utilizaremos una empresa ficticia que nos permita evolucionar al mismo tiempo que crece la entidad. El modelo escogido es una empresa de recobros, ya que por la situación económica mundial actual es el mayor referente de entidad en auge que precisa acelerar su crecimiento apoyándose en la tecnología.



## 2. Análisis de los entornos tecnológicos VoIP

### 2.1. Introducción a la tecnología

El acrónimo VoIP, hace referencia a una nueva forma de tratar la voz. Se trata de una tecnología formada por un conjunto de normas y dispositivos que permiten transformar la voz en datos paquetizados enviados utilizando el protocolo de comunicaciones IP.

Esta nueva tecnología nos permite compartir las infraestructuras de comunicaciones tradicionales de datos para el transporte de la voz, permitiendo a las corporaciones disponer de una única topología de red.

El término VoIP y la acepción Telefonía sobre IP, a pesar de su uso común generalizado, muestran grandes diferencias. El primero hace referencia exclusivamente al transporte o enrutamiento a través de IP de la voz paquetizada. Sin embargo el segundo interpreta la señalización que emite el dispositivo de usuario, permitiendo entregar al dispositivo cliente los servicios de telefonía requeridos claramente diferenciados, véase mensajería, conferencia tripartita, identificación de usuario, etc. Podemos concluir que el término VoIP implementa una tecnología mientras que la acepción Telefonía sobre IP hace referencia a soluciones de servicios de voz implementando la tecnología VoIP.

En este proyecto vamos a abordar las diferentes posibilidades que nos plantea la telefonía sobre IP y su diseño en las estructuras globales de las empresas multisede. Las soluciones de VoIP podemos distinguirlas en dos tipos de de aplicaciones claramente diferenciadas:

- Soluciones de VoIP privada. Esta acepción hace referencia a la sustitución de las PABX tradicionales de las empresas por las llamadas IPPBX, permitiendo a las entidades evolucionar en sus prestaciones y acelerar sus procesos de negocio.
- Soluciones de VoIP Pública. Consiste en reemplazar la telefonía pública tradicional por un sistema de comunicación que nos permita adquirir servicios de voz, datos y multimedia ofrecidos por los operadores a través de una única conexión. Es el llamado Triple play.

El objeto de este proyecto es analizar la tecnología VoIP privada así como establecer los criterios de diseño fundamentales que nos permitan obtener una solución apta para cada tipo de entidad.

### 2.2. Entornos empresariales de estudio

#### 2.2.1 Introducción

Para poder diseñar la solución más adecuada de VoIP para entornos empresariales concretos es fundamental conocer y analizar convenientemente el escenario de estudio, ya que disponer de la tecnología sin adecuarla a la situación concreta de análisis, implica disponer de una solución no válida. No todas las soluciones son válidas para cualquier tipo de cliente.

Antes de afrontar el proceso de diseño de una solución VoIP es necesario identificar los diferentes escenarios de actuación que nos permitan establecer criterios generales para la definición de los principios básicos que nos sirvan de punto de partida para establecer la mejor solución para cada entorno concreto.

La clasificación común de los diferentes entornos empresariales se hace en relación al número de empleados o del nivel de facturación de la entidad, sin embargo, esta clasificación no es el mejor criterio de diseño para soluciones convergentes de comunicaciones ya que las necesidades que

precisan cubrir las entidades no vienen impuestas solamente por la dimensión de la empresa sino fundamentalmente por la influencia de los sistemas de comunicación en sus procesos de negocio.

De este modo, para poder diseñar una solución convergente adecuada se deben conocer los diferentes entornos y los principales factores de cada uno de ellos que influirán en el diseño de la solución:

- Entornos lógicos
- Entornos físicos de red

### 2.2.2 Entornos lógicos

De acuerdo a lo enunciado anteriormente un diseño adecuado de una red convergente parte por clasificar el entorno de estudio convenientemente. La denominación de entorno lógico hace referencia, en este caso, a la clasificación de los diferentes escenarios, en función de la influencia de las comunicaciones de voz en él.

En el mercado existen diferentes compañías, en las cuales la influencia de las comunicaciones de voz es un factor crucial que supone una variable fundamental en los análisis de crecimiento de negocio de la propia entidad; por el contrario para otras compañías las comunicaciones de voz externas no son fundamentales pero sí se precisa agilizar los procesos de comunicación interna, algo que repercute del mismo modo en el crecimiento de negocio de la entidad. Así pues estamos viendo, que los procesos de comunicaciones internas y/o externas, son un factor fundamental en el desarrollo de los entornos empresariales y por ello las soluciones diseñadas deben adecuarse a potenciar aquel factor que resulta más crítico para las mismas. Establecemos dos tipos de clasificación, uno en función *del volumen de tráfico utilizado* y otro en función del *nivel de entorno distribuido* de la entidad:

#### VOLUMEN DE TRÁFICO

La unidad de medida que se utiliza para medir el tráfico de voz es el llamado Erlang.

$$\text{Erlang} = \lambda * h$$

$\lambda$ . Tasa de llamadas por unidad de tiempo  
h. Duración media de las llamadas

A través de esta fórmula y diversos análisis de tráfico realizados por diversos fabricantes, en este caso se ha utilizado las medias establecidas por Cisco y Alcatel-Lucent, de equipamiento de sistemas de comunicaciones de voz, podemos establecer una clasificación que nos permite categorizar los entornos empresariales en función del uso este tipo de comunicaciones.

TRAFICO	UNIDAD	LLAMADAS	USUARIO
Estándar	$A < 0,25$ Erlangs	menos de 5 llamadas / hora	Estándar
Alto	$0,25 < A < 0,4$ Erlangs	menos de 12 llamadas/hora	Operadoras
Call Center	$A > 0,40$ Erlangs	mas de 12 llamadas / hora	Agentes Call Center

Tabla 1. Niveles de tráfico de usuario

La clasificación de la tabla anterior nos da una primera tipología de usuario para el estudio y será útil para determinar el perfil adecuado de cada uno de los usuarios, que nos permita implementar las aplicaciones avanzadas de voz en su entorno de trabajo y así acelerar sus procesos particulares dentro

de la entidad. Una vez clasificados los distintos perfiles de usuario en función del nivel de tráfico se deberá extrapolar esta clasificación a los diferentes departamentos y áreas dentro de la compañía.

Se deberá tener una consideración especial al análisis de departamentos clave, como son los que siguen a continuación:

- Departamento de atención al cliente
- Departamento de marketing publicitario
- Departamento de recobros
- Departamento de televenta

Son áreas que soportan un gran volumen de llamadas a diario y por lo tanto su existencia o no, y su dimensión dentro de las compañías, permitirá conocer qué nivel de tráfico se adecua mejor a su infraestructura actual y futura.

### **NIVEL DE ENTORNO DISTRIBUIDO**

Para establecer una clasificación de una compañía eficazmente, es muy importante no sólo analizar el volumen del tráfico sino también su nivel de distribución, es decir, conocer la distribución geográfica y funcional de la entidad (existencia de varias sedes, trabajadores fuera de la oficina, trabajadores móviles, etc.). De este modo se podrá determinar qué tipo de comunicaciones son más adecuadas implementar en una compañía. Así podemos distinguir entre los siguientes tipos de empresas:

#### **- EMPRESA UNISEDE**

Se trata de una entidad que dispone únicamente de una sola ubicación física, donde todos sus trabajadores se encuentran centralizados en el mismo lugar de trabajo. Este tipo de empresas no son objeto de estudio de este proyecto.

#### **- EMPRESA MULTISEDE**

Se trata de una empresa donde sus trabajadores se encuentran en distintas ubicaciones geográficamente distantes. Las empresas que se encontrarían dentro de este nivel de clasificación son las que analizaremos con detalle en los próximos puntos.

#### **- TRABAJADORES ITINIERANTES**

Dentro de la clasificación de la empresa en función de su arquitectura física se ha incluido el concepto de trabajador itinerante que a pesar de no corresponder a una descripción de la empresa como tal, si es un factor a tener en cuenta a la hora de diseñar una solución convergente.

Se consideran trabajadores itinerantes aquellos que se encuentran una buena parte de la jornada laboral fuera de su lugar físico de trabajo, ya sea por viajes continuos o porque disponen de un puesto de trabajo físico que puede estar en la oficina o en otras ubicaciones como en el propio domicilio.

### 2.2.3 Entornos físicos de red

La finalidad de implementar la tecnología VoIP es la de conseguir redes inteligentes, a través de las cuales podamos implementar servicios multimedia que nos permitan disponer a través de la misma infraestructura, aplicaciones diversas de voz, datos y video. Es pues fundamental en el diseño de redes convergentes de VoIP, conocer los diferentes entornos de red sobre los cuales podría implementarse dicha tecnología además de conocer sus características más importantes y sus limitaciones. Existen tres tipos de entornos de red:

- Entorno LAN (*Local Area Network*)
- Entorno WAN / MAN (*Wide / Media Area Network*)
- Entorno WLAN (*Wireless Local Area Network*)

Más adelante desarrollaremos las características fundamentales de cada uno de los entornos pero antes debemos tener en cuenta tres factores a tener en cuenta en el diseño de redes convergentes, los cuales son comunes a los tres entornos descritos, aunque varían las herramientas que se utilizan en cada uno de ellos para poder cumplir con los requerimientos que a continuación detallamos.

- **Dimensionamiento de la red**. Dado que la premisa fundamental en la implementación de redes convergentes es la de compartir la misma infraestructura de red para diferentes tipos de tráfico, es muy importante poder dimensionar las redes de acuerdo al volumen del tráfico compartido: uniones de servidores, conexiones remotas, conexiones Internet, voz, faxes, video, etc. Los parámetros fundamentales que influyen dentro de este factor de dimensionamiento son los siguientes:
  - o Compresión de los paquetes de voz. (Ver Anexo I. Arquitectura VoIP)
  - o Balanceo de carga
  - o Reserva de anchos de banda
- **Calidad de transmisión**. Como factor principal de la implementación de VoIP en las redes convergentes es conseguir que la calidad de la voz transmitida sea al menos igual que la disponible en los sistemas tradicionales. Para que una nueva tecnología pueda ser implementada, y así sea admitida como sistema de comunicaciones válido, es necesario que no existan pérdidas en el nivel de calidad. Para poder mantener este nivel de calidad se deben tener en cuenta multitud de factores que dependen de la propia infraestructura de comunicaciones existente. Los factores principales a tener en cuenta son los que siguen a continuación:
  - o Pérdida de paquetes
  - o Retardo
  - o Variación del retardo (Jitter)
  - o Ancho de banda

Tal y como hemos mencionado estos parámetros son los que van a definir la calidad del tráfico tanto de voz, datos como video, manteniendo unos valores mínimos específicos en cada caso. En la tabla siguiente se muestran los que afectan al tráfico de VoIP.

FACTOR	VALOR MÍNIMO ADMITIDO
Pérdida de Paquetes	Menor al 2% de pérdida
Retardo	Menor de 150ms
Jitter	Menor de 30ms
Ancho de Banda	Entre 6 y 64Kbps*

Factor variable que depende del Codec utilizado en la transmisión

Tabla 2. Niveles de calidad de transmisión

En definitiva estos factores se encuentran incluidos en un mecanismo llamado QoS, *Quality Of Service*. (ver Anexo I: Arquitectura VoIP) Se trata de una tecnología estandarizada que permite garantizar la calidad de servicio solicitado, manteniendo su valor dentro de unos límites normalizados. Esta tecnología incluye multitud de mecanismos que permiten mantener la calidad esperada, y su implementación dependerá del tipo de infraestructura de red en el que están implementadas las soluciones de VoIP.

- **Seguridad de la red.** Este no es un aspecto de los entornos de voz propiamente dicho pero es importante tenerlo en cuenta al realizar un diseño de VoIP sobre todo en entornos WAN/MAN y WLAN ya que la información que va a ser enviada, son conversaciones privadas que pueden tener información crítica. Para poder asegurar este factor será necesario atender a los mecanismos de:
  - o Cifrado de información. Esta función permite codificar los paquetes de información entre dos extremos a través de un lenguaje compartido por ambos y que evita que una intrusión externa que se produzca durante el recorrido de la transmisión pueda conocer la información transmitida.

A continuación mostramos y describiremos brevemente los entornos de red.

### **ENTORNOS LAN**

LAN hace referencia a la infraestructura de red que se encuentra dentro de la ubicación de la propia entidad de referencia, y que interconecta todos los equipos de comunicaciones entre sí. Forman parte de la infraestructura de red LAN tanto el cableado estructurado de los puestos, como los equipos de comunicaciones activos, switches LAN.

Implementar la tecnología VoIP en estos entornos hace referencia al uso de terminales IP para las comunicaciones de voz dentro de la entidad. Las dos formas de implementar servicios de VoIP en LAN es a través de:

- Teléfonos IP
- Softphone IP. Aplicaciones de voz para PC

Habilitar esta tecnología dentro de los entornos LAN nos permite:

- Reducir los costes de cableado estructurado, ya que podemos implementar servicios de voz y datos a través de un mismo cable de 8 hilos de cobre estructurado. En esta situación la distinción del servicio no se hace a través de una determinación física (distintos caminos para distintos tráficos), sino que se diferencian los tipos de tráfico dentro del mismo paquete IP que transcurre a través de la red LAN de la entidad.
- Implementar nuevos servicios de telefonía avanzada.

### **ENTORNOS WAN / MAN.**

En un entorno multisede, tal y como hemos visto en el punto anterior, la entidad de referencia posee varias ubicaciones físicas, que deben estar interconectadas entre sí para poder compartir las comunicaciones e integrar todos los servicios.

Los entornos WAN /MAN hacen referencia a la infraestructura de comunicaciones que interconecta dichas ubicaciones físicas entre sí. Esta infraestructura no tiene porqué ser propiedad del cliente sino que se establece a través de soluciones de interconectividad de operador. Las soluciones WAN habituales son las que a continuación exponemos:

- Soluciones de interconexión a través de la red Internet. A través de Accesos Asimétricos.
- Accesos Simétricos
- Líneas Punto a Punto
- Tecnología MPLS
- MetroLAN / MacroLAN

Habilitar esta tecnología dentro de los entornos WAN /MAN nos permite:

- Compartir la misma infraestructura para los tráficos de voz y datos, nos permite reducir los costes directos de implantación de infraestructura e indirectos, de mantenimiento y gestión, ya que únicamente tenemos una infraestructura que mantener.
- Optimizar los procesos de comunicación interna ya que se podrá compartir recursos de telefonía centralizados aprovechando la interconectividad global de la compañía.

## ENTORNOS WLAN

Este entorno es un medio muy particular a la hora de implementar servicios de VoIP a través de su infraestructura. Como ya es sabido, las redes WLAN son redes de medio compartido es decir todo el tráfico comparte el mismo ancho de banda. Esta característica de este tipo de red, hace más críticos los mecanismos de QoS que se deben implementar para conseguir parámetros aceptables al habilitar servicios de VoIP.

Además estas redes son más recientes que los dos entornos anteriores, lo cual hace que esté en continuo desarrollo y la aparición de nuevos estándares y nuevas tecnologías WLAN, modifica la posibilidad de implementar diferentes servicios de voz. Existen fundamentalmente tres tipos de infraestructuras de redes wireless corporativas.

- Redes Wireless autónomas.

Son redes wireless formadas por puntos de acceso independientes entre sí, de tal forma que dotan de cobertura zonal en función de sus propias características intrínsecas sin estudiar el medio compartido entre todos los puntos que establecen el espacio de cobertura. Se trata de una solución heterogénea, basada en equipos multifabricante

- Redes Wireless centralizadas

Son redes wireless formadas por un sistema centralizado de gestión del área de radiofrecuencia. Se trata de una solución homogénea, la cual debe ser completamente implementada a través de equipos de un mismo fabricante. El equipo concentrador gestiona todos los puntos de acceso que cubren el área de cobertura, de tal forma que todo el entorno es conocido por un mismo equipo permitiendo unificar la gestión e implementar mecanismos de control del tráfico en función de los distintos escenarios.

Atendiendo a las soluciones de VoIP, este segundo tipo de redes es más adecuado para la implementación de esta tecnología, ya que nos permite establecer mecanismos de control de tráfico, reserva de ancho de banda y gestión óptima del espacio de radiofrecuencia, que nos permite mejorar los parámetros críticos de calidad de voz IP, como son: jitter, pérdida de paquetes...

- Redes Wireless de alto rendimiento.

Este tipo de redes corresponden al grupo anterior, pero dado que éste es un mercado en continua evolución, estas redes hacen referencia a la utilización de un nuevo estándar de redes WI-FI, 802.11n, a través del cual se pretende establecer un entorno WI-FI de mayor velocidad y alcance.

Habilitar esta tecnología dentro de los entornos WLAN nos permite:

- Reducir costes optimizando redes, ya que utilizaremos la red inalámbrica tradicionalmente de datos para servicios de voz. De este modo no habrá que implementar otra tecnología paralela, DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications*) para soportar las comunicaciones de voz inalámbricas tradicionales
- Reducir el número de terminales de usuario. Sobre esta plataforma WLAN, ya existen dispositivos duales de telefonía GSM que incluyen equipamiento software adicional a través del cual se pueden establecer comunicaciones VoIP corporativas a través de redes WIFI.

### 3. Escenario de red convergente IP

#### 3.1. Visión General

Tal y como hemos hablado no todas las soluciones son aptas para cualquier tipo de escenario. A continuación mostraremos el conjunto de soluciones que existen en el mercado destacando los puntos más relevantes que hay que tener en cuenta en el diseño de redes convergentes para poder adecuar la solución en un escenario determinado.

Las soluciones de telefonía IP se fundamentan en el principio de utilizar como medio de transmisión la infraestructura física y lógica de las comunicaciones de datos. A través de estas redes, el flujo de comunicaciones de voz IP se transmite. La principal premisa de esta nueva tecnología es mantener como mínimo la calidad de voz de una señal de voz tradicional.

A partir del esquema de red de una solución de telefonía IP completa para un entorno multisede se desarrollará cada uno de los componentes físicos y lógicos que se pueden implementar en un entorno corporativo.

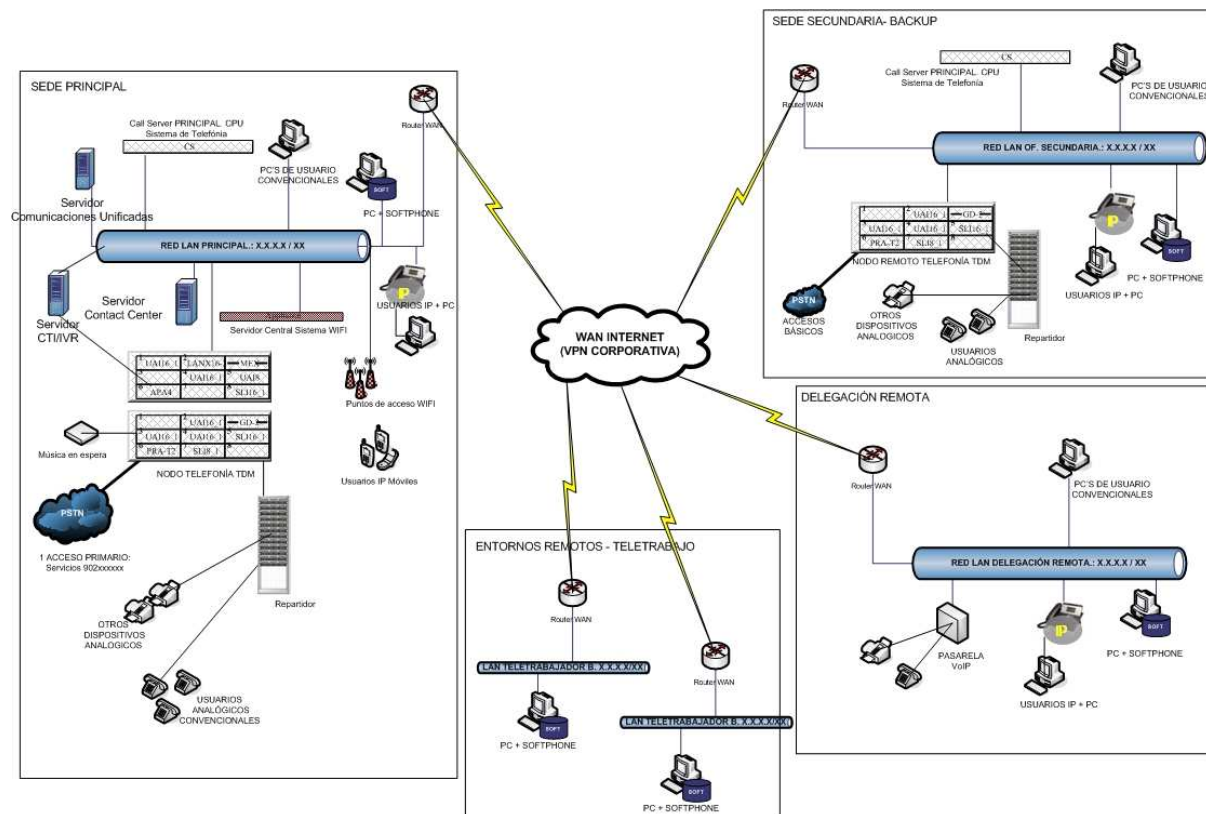


Figura 1. Escenario de red convergente

Como podemos ver, disponemos de un esquema general en el que se incluyen todos los elementos de la solución global corporativa. A continuación desglosaremos cada uno de los elementos clave de la solución.



## 3.2. Componentes físicos y lógicos

### 3.2.1 Central Telefónica

Para poder establecer un sistema de telefonía corporativo, que nos permita realizar operaciones comunes de telefonía, tal como establecer comunicaciones de voz locales entre los usuarios de la entidad, transferencia, conferencia a tres, etc., es necesario disponer de una plataforma telefónica que permita unificar recursos y compartir servicios de telefonía.

En la actualidad podemos disponer tres tipos de plataformas claramente diferenciadas:

- **Centrales PBX IP.** Es la que se muestra en el esquema anterior. Se trata de centrales telefónicas específicas de los principales fabricantes de sistemas de comunicaciones. Se trata de centralitas telefónicas tradicionales que son capaces de establecer comunicaciones IP a través de nuevos recursos hardware y/o software. Las centrales que pertenecen a fabricantes habituales de sistemas de voz, utilizan recursos hardware, llamados DSP, que realizan el proceso de digitalización de las señales analógicas de voz en tramas de datos (*Ver Anexo I. Arquitectura VoIP*), capaces de ser transmitidas por la infraestructura de red de las comunicaciones de datos.
- **Centrales IP “puras”.** Este tipo de plataformas están basados en equipos de comunicaciones de datos tradicionales, *router*, que integran software específicos de aplicaciones de telefonía que permiten habilitar las funciones tradicionales de voz sobre estas plataformas. Estos equipos, son del mismo modo específicos de cada uno de los fabricantes de sistemas de comunicaciones.
- **Centrales Free PBX.** Se trata de unas nuevas plataformas software, en auge desde hace unos años, que emulan a través de un lenguaje de programación específico, no necesariamente licenciado, una central telefónica convencional, implementando la mayor parte de las funcionalidades de las centrales telefónicas tradicionales, utilizando como protocolos de comunicación los estándares del mercado, por lo que les hace ser tremendamente flexibles e integrables con la mayor parte de aplicativos externos de terceros.

A continuación mostramos las funciones de conectividad de las plataformas, diferenciando para cada una de las dos plataformas descritas.

CONECTIVIDAD	CENTRAL PBX TRADICIONAL	CENTRAL IP “PURA”	CENTRAL FREE PBX
<b>Conexión a red Pública de telefonía</b>	A través de placas físicas de enlaces básicos (T0), primarios (T2) o analógicos (FXS/FXO) propietarias integradas	A través de placas físicas integradas en el propio dispositivo	A través de Gateways de interconexión externa
<b>Conexión a terminales analógicos convencionales</b>	A través de placas físicas propietarias integradas	A través de Gateways de interconexión externa	A través de Gateways de interconexión externa
<b>Conexión a entornos no IP – “aplicaciones específicas avanzadas”</b>	A través de placas físicas de enlace propietarias	A través de placas físicas integradas en el propio dispositivo	A través de Gateways de interconexión externa.

Tabla 3. Conectividad de plataforma VoIP

### 3.2.2 Gateways VoIP

En el mundo de las comunicaciones, el término Gateway o pasarela, se utiliza para denominar a los dispositivos que nos permiten cambiar de medio de transmisión. En este caso, los Gateway VoIP hacen referencia a los dispositivos que convierten la señal analógica de la voz tradicional, en una señal paquetizada en una trama de datos, con el fin de permitir una comunicación bilateral entre dos medios diferentes. Su método de funcionamiento es como un conversor de medio, a través de sus DSP's internos.

Existen diversos tipos de pasarelas VoIP, siendo cada una de ellas adecuada para una función específica. En la tabla que aparece a continuación se encuentran enumeradas cada una de ellas:

DISPOSITIVO	CARACTERISTICAS	FUNCION
<b>GATEWAY VoIP DE EXTENSIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enlace Ethernet (conexión a red LAN)</li> <li>- Salidas analógicas (4, 8,...24)</li> </ul>	Se utiliza para conectar dispositivos analógicos tradicionales (teléfonos, faxes, audioconferencias), en entornos donde no existe plataforma tradicional o en entornos FreePBX
<b>GATEWAY VoIP DE ENLACES PÚBLICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enlace Ethernet (conexión a red LAN)</li> <li>- Entrada de enlaces digitales: Primarios (T2), básicos (T0) o entrada de enlaces analógicos: FXS/FXO</li> </ul>	Proporcionar conectividad con los operadores públicos de telefonía tradicional.
<b>GATEWAY VoIP GSM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enlace Ethernet (conexión a red LAN)</li> <li>- Antena GSM</li> <li>- Posibilidad de integración con tarjetas SIM GSM (hasta 4)</li> </ul>	Proporcionar una salida de telefonía móvil GSM directa

Tabla 4. Gateways VoIP

### 3.2.3 Terminales IP

Los terminales IP son dispositivos telefónicos que nos permiten establecer comunicaciones de voz a través de la red IP.

Estos terminales digitalizan la voz analógica que recibe a través del auricular del mismo, utilizando los microprocesadores mencionados anteriormente, DSP.

Estos terminales para la transmisión de información pueden emplear los diferentes protocolos IP estándares del mercado, (las limitaciones en este caso están impuestas por el propio modelo de terminal y del fabricante). Tal y como hemos desarrollado en puntos anteriores, en nuestro caso, hablamos siempre de protocolo SIP y protocolo H.323.

La conexión de los terminales IP, tal y como hemos dicho, es a la red LAN del cliente, por lo que utiliza la misma infraestructura de cableado que el tráfico de los dispositivos de red tradicionales como PC's, impresoras y demás elementos. Algunos modelos de terminales poseen un puerto a través del cual poder conectar un PC. Esta facilidad nos permite a través de una misma toma de red conectar dos dispositivos, PC y teléfono IP. Dado que el tráfico emitido por cada uno de ellos es diferente (el terminal telefónico distingue sus tramas a través de un Tag (marca) que se añade como un campo más de la trama IP), podemos distinguir los dos tipos de flujos de comunicación. Esta implementación nos permite reducir la infraestructura de cableado ya que con un solo cable damos servicio a dos dispositivos de usuario.

### 3.2.4 Softphone IP

El término Softphone, hace referencia a una aplicación telefónica que se instala en un dispositivo de red, PC, portátiles, PDA, etc., a través del cual permite al usuario realizar funciones telefónicas sin necesidad de disponer de un terminal físico como tal.

Estos aplicativos, al igual que los terminales, pueden transmitir la voz digitalizada a través de varios protocolos, SIP o H.323 y en función de los diferentes tipos de softphone existentes en el mercado podemos simular diferentes entornos telefónicos, con mayores o menores facilidades. Las principales funcionalidades que estos aplicativos disponen se enumeran a continuación:

- Marcación telefónica
- Acciones colgar/descolgar
- Transferencia de llamadas
- Agenda
- Etc.

Este dispositivo es adecuado para un perfil de usuario cuyo uso de las comunicaciones de voz sea moderado, principalmente porque los terminales IP permiten, en la mayoría de los casos, mantener todas las funcionalidades de un terminal convencional, no siendo esta característica un factor esencial de los aplicativos sobre PC. Además, estas aplicaciones utilizan bastantes recursos de disco y memoria del dispositivo en el que esté instalado, y al tener que trabajar simultáneamente con otras aplicaciones, se recomienda como herramienta de uso más ocasional.

### 3.2.5 Soluciones de redundancia

Un factor diferencial de los sistemas de telefonía IP, con respecto a los sistemas tradicionales, es la posibilidad de otorgar un alto nivel de disponibilidad a estas soluciones permitiendo obtener unos niveles de servicio continuos.

En soluciones convergentes de alta disponibilidad es esencial disponer de una solución de redundancia de los sistemas. La redundancia espacial consiste en duplicar la CPU del sistema (*Call Server*) de telefonía en un lugar distante al del núcleo principal. Esta solución otorga un segundo nivel de seguridad a la solución:

- Duplicidad de la CPU del Sistema.
- Ubicación distante ante situaciones no previstas en la ubicación principal.

El funcionamiento de este sistema se basa en que sendos Call Server, establecen comunicación continua entre ellos, emitiendo paquetes de señalización a través de la red IP. De esta forma, cada uno conoce el estado del otro en tiempo real y pueden reaccionar en caso de fallo de alguno de ellos o caída del enlace IP entre ambos. Se trata de un sistema de alta disponibilidad.

## 3.3. Aplicaciones avanzadas de telefonía

### 3.3.1 Aplicación de Centros de Contacto

Las aplicaciones de centros de contacto son soluciones avanzadas de telefonía que permiten realizar un tratamiento inteligente y automático de las interacciones de comunicaciones (llamadas de voz, mails, fax o interacciones web) personalizando el encaminamiento de las mismas en función de diferentes criterios funcionales establecidos por la propia entidad corporativa, haciendo cambios incluso en tiempo real.

Este tipo de aplicaciones asignan unas reglas de enrutamiento para que las interacciones de comunicaciones entrantes y/o salientes puedan dirigirse a los agentes de tratamiento más adecuados en función de estas reglas predefinidas. Además, esta gestión de reglas puede modificarse en tiempo real por usuarios de la corporación autorizados, con el fin de disponer de un árbol de tratamiento de llamadas vivo que reduzca los tiempos de espera a cliente mejorando la atención a los mismos, acelerando de esta forma los procesos de negocio de la entidad.

Las principales premisas de este tipo de aplicaciones IP son las siguientes:

- Distribución de recursos de forma transparente a través de la red IP.
- Reducción del TCO (*Total Cost of Ownership*) ya que se dispone de una solución sencilla de implementar y gestionar.
- Al estar basado en estándares como el resto de las aplicaciones IP, permite integrarse con sistemas tradicionales de tratamiento de información de forma transparente y progresiva.

### 3.3.2 Aplicaciones CTI/IVR

Las aplicaciones CTI (*Computer Telephony Integration*) son aquellas que posibilitan la Integración de los sistemas de telefonía en los aplicativos de gestión de la empresa como CRM (*Customer Relationship Management*). A través de esta función conseguimos optimizar los procesos de los usuarios, ya que desde una sola plataforma, aplicativos de la entidad, podemos gestionar todas las interacciones con el cliente, manteniendo un histórico de la información vivo y totalmente actualizado.

Las aplicaciones IVR (*Interactive Voice Response*) son soluciones de reconocimiento de voz, que buscan asignar tags, a las llamadas en función de formularios que se presentan al cliente. Con estos aplicativos podemos clasificar las llamadas antes de su respuesta, con el fin de disponer de la información suficiente como para poder distinguir el mejor recurso de la empresa, para su atención y resolución. Estos aplicativos permiten no sólo mejorar la interacción con el cliente sino también agilizar los procesos internos de la propia entidad.

### 3.3.3 Aplicaciones de Comunicaciones Unificadas

Las aplicaciones corporativas de comunicaciones unificadas han sido desarrolladas a partir de las nuevas tecnologías de Voz IP. Su función base es la de conseguir que todas las facilidades telefónicas corporativas disponibles para los usuarios corporativos de una empresa estén disponibles en plataformas multidispositivo y que sean accesibles desde cualquier lugar.

Con este tipo de aplicativos se pretende acelerar los procesos de negocio internos de las empresas que permita optimizar costes y el rendimiento de los usuarios.

Estas soluciones corporativas están formadas por un conjunto de aplicaciones que permiten implementar servicios corporativos avanzados. A continuación enumeramos algunas de las aplicaciones que forman los módulos:

- **Mensajería unificada.** Mantener un único buzón de correo vocal y email. A través del mismo acceso el usuario puede acceder a ambos tipos de mensajes. En este caso se usan funciones de conversión de texto a voz (*Text To Speech*) que permiten disponer de esta facilidad integrada.
- **Conferencia de audio, datos y video.** Aplicación de trabajo colaborativo dentro de la empresa. Unificando las comunicaciones de voz, video y transferencia de ficheros en tiempo real, se pueden optimizar los costes de una entidad ya que permite disponer de servicios de telepresencia integrados en los sistemas de comunicaciones corporativos.

- **Mensajería instantánea.** Aplicación de trabajo colaborativo.
- **Información de presencia.** Permite conocer, a priori, el estado activo / inactivo / ocupado de un compañero. Esta funcionalidad facilita la gestión telefónica, optimizando los tiempos
- **Acceso a directorio universal.** Esta es una funcionalidad que permite optimizar la gestión de Base de Datos de la entidad, manteniendo y gestionando un único directorio corporativo.
- **Enrutamiento personal.** Con esta facilidad el usuario puede establecer un criterio automático para la gestión de sus llamadas, clasificando y enrutando, las llamadas en función de los perfiles del llamante, horario, disponibilidad, etc.

Este tipo de soluciones se basan en aplicaciones software generalmente embebidas en las plataformas telefónicas, que utilizan como estándares de comunicación entre otros: XML, Java (J2EE), XML/SOAP, WSDL (Servicios Web), VxML, SIP, RTP y RTSP.

Una de las principales ventajas de este tipo de aplicaciones es la de ser multidispositivo permitiendo reducir el número de dispositivos necesarios para establecer comunicaciones corporativas.

### 3.3.4 Aplicaciones de VoIP sobre WLAN

En los sistemas de telefonía analógicos, la solución para disponer de terminales inalámbricos corporativos que permitiesen a los usuarios móviles desplazarse por las instalaciones, era la de establecer una red de estaciones base DECT. Esta tecnología se basa en un estándar que nos permite transportar a través del medio inalámbrico señales de voz (es la misma filosofía de la tecnología móvil GSM).

Estos nuevos sistemas de telefonía inalámbrica sobre red IP es una de las soluciones de telefonía más demandadas en el mercado ya que nos permite:

- Eliminar la infraestructura DECT propietaria (antenas repetidoras de telefonía inalámbrica).
- Eliminar dispositivos de usuario.
- Aprovechar la infraestructura de redes de datos inalámbricas y utilizarlo como medio de transmisión para las señales de voz.

Tal y como hemos visto en puntos anteriores, la infraestructura wireless deberá ser una solución robusta que nos permita disponer tanto de unos tiempos de transferencia de información entre áreas de cobertura (*Handover*) como de retardos de comunicación, controlados y aceptables para disponer de una calidad de voz como mínimo igual a la voz tradicional.

## 4. Estudio económico / funcional

### 4.1. Introducción

Para poder evaluar la solución general propuesta se presenta a continuación un estudio funcional y económico que nos permita establecer una comparativa real en la fase de implementación de la solución y así determinar las posibles opciones de que dispone una empresa para implementar una solución de telefonía IP corporativa.

Existen diferentes factores de elección que afectan de diferente forma al estudio económico funcional de las soluciones. A continuación mostramos cuáles son los citados criterios de elección:

- Plataforma telefónica
- Terminales de usuario
- Aplicaciones avanzadas de telefonía

### 4.2. Elección de plataforma Telefónica

#### 4.2.1 Especificaciones generales de la toma de decisión.

La principal elección que debe efectuar una empresa a la hora de implementar una solución de Telefonía IP es la de escoger la plataforma más adecuada en función de las especificaciones técnico-económicas de partida.

De acuerdo con lo comentado en tablas anteriores, las dos principales diferencias entre las tres posibles plataformas son las siguientes:

- Respaldo de fabricante específico.
- Conexión a la red de telefonía pública
- Conexión terminales IP

El primero de los factores afecta principalmente a la parte funcional y operativa de la solución mientras que la segunda y tercera de las premisas es el fundamento del diferencial económico de cada una de las soluciones. En la siguiente tabla mostramos el nivel en el que afecta cada uno de los factores descritos en la elección de las plataformas específicas.

FACTOR DE INFLUENCIA	CENTRAL PBX TRADICIONAL	CENTRAL IP “PURA”	CENTRAL FREE PBX
Fabricante específico	Respaldo continuo ante incidencias.	Respaldo continuo ante incidencias.	SIN Respaldo específico ante incidencias. La optimización del sistema se hace en foros compartidos públicos. No hay dedicación por parte de un tercero en el desarrollo de la plataforma.
Conexión a la red de telefonía pública	Conexión integrada. Mayor estabilidad. Menor coste	Conexión externa de terminales e interna para líneas de operador Estabilidad y Costes Medios	Conexión externa a través de dispositivos externos. Menor estabilidad. Mayor Coste
Conexión teléfonos IP	Menor grado de compatibilidad con terminales IP/SIP estándar Mayor coste	Menor grado de compatibilidad con terminales IP/SIP estándar Mayor coste	Alto grado de compatibilidad con terminales IP/SIP estándar Menor coste

Tabla 5. Factores de elección plataforma telefónica

## 4.2.2 Modelo económico y funcional

De acuerdo con la tabla anterior, mostramos a continuación un modelo comparativo tanto económico como funcional con el fin de establecer un criterio base de análisis en la elección de las diferentes tipologías de las plataformas de telefonía analizadas.

### Análisis de costes

SOLUCIÓN IP MAYORITARIA (HASTA 500 USUARIOS)					
PLATAFORMA	SOLUCIÓN BASE (N usuarios IP)	2N Usuarios IP	5N Usuarios IP	10N Usuarios IP	20N Usuarios IP
CENTRAL TRADICIONAL IP	8.300,00 €	11.250,00 €	23.000,00 €	40.500,00 €	64.000,00 €
CENTRAL IP PURA	14.875,00 €	15.750,00 €	18.375,00 €	22.750,00 €	31.500,00 €
CENTRAL FREE PBX	7.500,00 €	7.500,00 €	7.500,00 €	7.500,00 €	7.500,00 €
SOLUCIÓN ANALÓGICA MAYORITARIA (HASTA 500 USUARIOS)					
PLATAFORMA	SOLUCIÓN BASE (N usuarios IP)	N Usuarios IP N usuarios analógicos	N Usuarios IP 4N usuarios analógicos	N Usuarios IP 9N usuarios analógicos	N Usuarios IP 19N usuarios analógicos
CENTRAL TRADICIONAL IP	8.300,00 €	10.400,00 €	22.000,00 €	38.200,00 €	74.000,00 €
CENTRAL IP PURA	14.875,00 €	15.675,00 €	18.075,00 €	22.075,00 €	34.675,00 €
CENTRAL FREE PBX	7.500,00 €	8.300,00 €	10.700,00 €	15.500,00 €	25.900,00 €

\*\*\* Esta cotización se ha realizado a través de la herramienta de configuración específica. Ver Anexo II. Cálculo de Cotización económico-funcional

\*\*\* N = 24 usuarios

Tabla 6. Análisis de costes elección plataforma telefónica

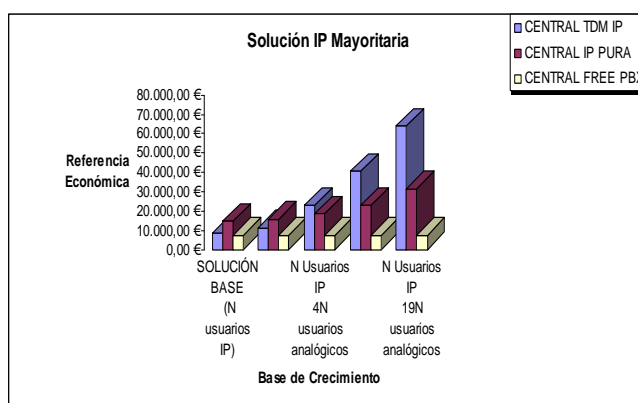


Figura 2. Evolución de costes solución IP mayoritaria elección plataforma telefónica

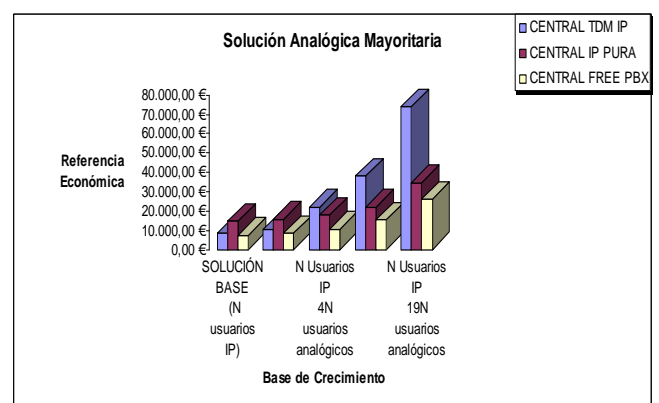


Figura 3. Evolución de costes solución analógica mayoritaria plataforma telefónica

No podemos referenciar las fórmulas anteriores a una función matemática específica, ya que la cotización de cada una de estas plataformas, está condicionada no sólo a los criterios de diseño específicos, sino a las condiciones económicas particulares marcadas por cada uno de los fabricantes. Sin embargo después de la realización de este estudio podemos observar como la evolución de costes

en función al número de usuarios, puede asemejarse a un crecimiento exponencial para todos los casos con mayor o menor pendiente, a excepción de la opción de plataforma IP pura cuando la mayor parte de los terminales son IP, la cual se mantiene constante. De este modo podemos concluir, que en una solución IP mayoritaria utilizando la tecnología VoIP para transmitir la voz a través de la red reduce el coste económico sustancialmente respecto a las soluciones que utilizan la tecnología analógica convencional. Debemos tener en cuenta en este caso que la elección óptima en cuanto a costes es la de la plataforma FreePBX, ya que como podemos ver se mantiene un coste estable durante el crecimiento continuo de usuarios de naturaleza IP, algo lógico ya que se trata de plataformas no licenciadas. (El coste de los terminales físicos no se encuentra reflejado en ningún caso).

### Análisis funcional

A continuación mostramos un análisis funcional que atiende al número de puntos de fallo existente en cada una de las opciones. El índice, hace referencia a la estabilidad técnica de la solución; a mayor número de equipos, peor estabilidad. Este dato mide el nivel de disponibilidad de las soluciones.

SOLUCIÓN IP MAYORITARIA (HASTA 500 USUARIOS)					
PLATAFORMA	SOLUCIÓN BASE (N usuarios IP)	2N Usuarios IP	5N Usuarios IP	10N Usuarios IP	20N Usuarios IP
CENTRAL TRADICIONAL IP	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
CENTRAL IP PURA	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CENTRAL FREE PBX	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
SOLUCIÓN ANALÓGICA MAYORITARIA (HASTA 500 USUARIOS)					
PLATAFORMA	SOLUCIÓN BASE (N usuarios IP)	N Usuarios IP N usuarios analógicos	N Usuarios IP 4N usuarios analógicos	N Usuarios IP 9N usuarios analógicos	N Usuarios IP 19N usuarios analógicos
CENTRAL TRADICIONAL IP	2,00	2,00	4,00	4,00	8,00
CENTRAL IP PURA	1,00	2,00	5,00	10,00	20,00
CENTRAL FREE PBX	1,00	2,00	5,00	10,00	20,00

\*\*\* Ver Anexo II. Cálculo de cotización económico-funcional

\*\*\* N = 24 usuarios

Tabla 7. Análisis funcional elección plataforma telefónica

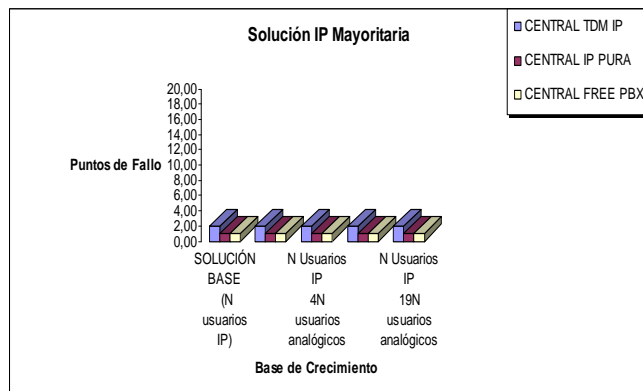


Figura 4. Análisis funcional solución IP mayoritaria elección plataforma telefónica

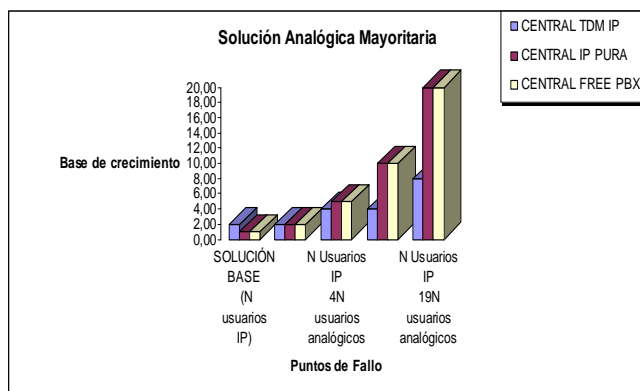


Figura 5. Análisis funcional solución analógica mayoritaria plataforma telefónica



En cuanto al análisis funcional del modelo escogido podemos ver cómo el número de puntos de fallo se incrementa exponencialmente en soluciones basadas en tecnología analógica convencional, manteniéndose este parámetro estable cuando las soluciones están basadas en VoIP. Esto es debido a que en general en las soluciones tradicionales, tal y como hemos enunciado en el inicio del capítulo, requieren equipamiento físico para la conexión de los equipos, con lo que incrementamos el número de puntos de fallo. Este incremento de dispositivos no solo afecta funcionalmente a la solución sino también al OPEX (*Operational Excellence*), es decir los costes operativos, los cuales se ven incrementados exponencialmente.

### 4.3. Elección equipo terminal de usuario

#### 4.3.1 Especificaciones generales de la toma de decisión.

Un criterio económico fundamental en la elección de una solución de voz IP es el dispositivo final de usuario, ya que en función del número de usuarios a implementar su coste puede representar el incremento sustancial del coste de inversión inicial. A continuación mostramos una tabla en la que se describen los principales factores funcionales y económicos que caracterizan a cada una de las opciones posibles.

FACTOR DE INFLUENCIA	TERMINALES IP DE SOBREMESA	TERMINALES IP INALÁMBRICOS	SOFTPHONE
<b>Funcional</b>	<b>Alto nivel de disponibilidad.</b> Alto volumen de llamadas en escritorio de usuario. NO hay dependencia de la disponibilidad de un tercer sistema	<b>Requerimiento de Movilidad interna dentro de la empresa.</b> El nivel de disponibilidad dependerá de la red de datos WIFI implementada	<b>Nivel de disponibilidad medio.</b> Existe dependencia total del dispositivo PC sobre el que está funcionando la aplicación específica
<b>Económico</b>	<b>Mayor coste.</b> El coste final depende del modelo de dispositivo escogido	<b>Coste elevado.</b> Estos dispositivos tienen un coste de inversión muy elevado dada su reducida implementación en el mercado a día de hoy	<b>Coste reducido.</b> Este tipo de aplicaciones disponen de un coste reducido. En algunos casos puede ser gratuito.

Tabla 8. Factores de elección terminales de usuarios

#### 4.3.2 Modelo económico y funcional

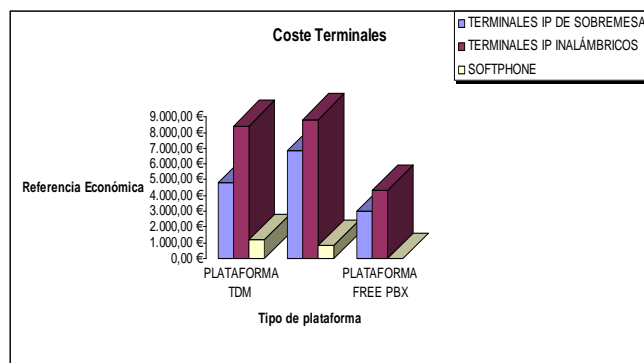
De acuerdo con la tabla anterior, mostramos a continuación un modelo comparativo económico de las tres opciones de que se han descrito. Lo compararemos con las diferentes plataformas descritas en el apartado anterior y se mostrarán las sustanciales diferencias entre cada una de ellas. El análisis funcional en cifras no puede modelizarse ya que simplemente son características intrínsecas a la propia estructura base del tipo de terminal y no a la tecnología específica de VoIP implementada

ESTIMACIÓN DE COSTES TERMINALES (N dispositivos)			
PLATAFORMA	PLATAFORMA TRADICIONAL	PLATAFORMA IP PURA	PLATAFORMA FREE PBX
TERMINALES IP DE SOBREMESA	4.800,00 €	6.816,00 €	3.000,00 €
TERMINALES IP INALÁMBRICOS	8.400,00 €	8.832,00 €	4.320,00 €
SOFTPHONE	1.200,00 €	840,00 €	0,00 €

\*\*\* Ver Anexo Cálculo de cotización económico-funcional

\*\*\* N = 24

Tabla 9. Evolución de costes elección terminales de usuarios



Como podemos ver el coste de los terminales en una plataforma basada en tecnología FreePBX puede suponer una reducción de costes de de inversión muy importante que puede ser más o menos acentuada en función del modelo de terminal requerido para cada puesto de usuario específico.

Figura 6. Evolución de costes elección Terminal de usuario

## 4.4. Elección aplicaciones avanzadas de telefonía

### 4.4.1 Especificaciones generales de la toma de decisión.

El último de los criterios descritos en el proyecto es el que afecta a la existencia o no de aplicaciones avanzadas de telefonía que permita a las empresas acelerar sus procesos de negocio internos y/o externos. El no licenciamiento de las aplicaciones en las plataformas FreePBX es el principal factor económico diferenciador entre las diferentes plataformas.

A continuación mostramos la tabla comparativa que describe los principales factores de influencia:

FACTOR DE INFLUENCIA	SOLUCIONES PROPIETARIAS (TRADICIONAL Ó IP)	SOLUCIONES FREE PBX
<b>Funcional</b>	<b>Respaldo continuo</b> ante incidencias. Fase implementación, operación, optimización y mantenimiento.	<b>SIN Respaldo</b> específico ante incidencias. La optimización del sistema se hace en foros compartidos públicos. No hay dedicación por parte de un tercero en el desarrollo de la plataforma.
<b>Económico</b>	<b>Mayor coste.</b> Coste licenciado a nivel de usuario y apertura e aplicaciones	<b>Coste Reducido.</b>

Tabla 10. Factores de elección aplicaciones avanzadas de telefonía

### 4.4.2 Modelo económico y funcional

La extrapolación de una cotización económica tipo de las aplicaciones avanzadas de telefonía es más complicada que las realizadas anteriormente.

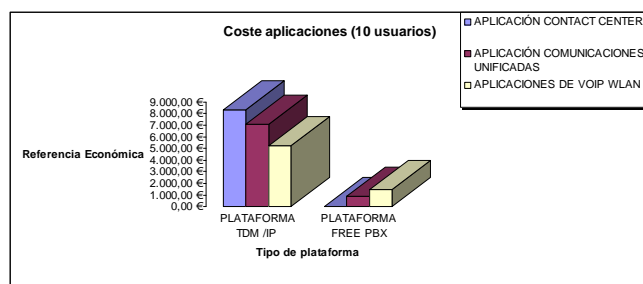
A continuación y con el fin de ofrecer una estimación de volumen de coste de cada una de las aplicaciones desarrolladas, mostramos un modelo comparativo económico de las tres opciones que se han descrito para cada una de las aplicaciones especificadas.

ESTIMACIÓN DE COSTES APLICACIONES 10 USUARIOS		
PLATAFORMA	PLATAFORMA TRADICIONAL /IP	PLATAFORMA FREE PBX
APLICACIÓN CONTACT CENTER	8.300,00 €	0,00 €
APLICACIONES CTI/IVR	5.200,00 €	0,00 €
APLICACIÓN COMUNICACIONES UNIFICADAS	7.100,00 €	900,00 €
APLICACIONES DE VOIP WLAN	5.200,00 €	1.500,00 €

\* GENERALMENTE SOLAMENTE SE PRODUCEN COSTES DE SERVICIOS PROFESIONALES DEL INTEGRADOR

\*\*\* Ver Anexo Cálculo de cotización económico-funcional

Tabla 11. Análisis de costes elección aplicaciones avanzadas de telefonía



Tal y como se muestra en el gráfico, el coste económico de las aplicaciones y servicios de telefonía avanzados sobre plataformas FreePBX supone un ahorro de costes muy importante para la empresas.

Figura 7. Evolución de costes elección aplicaciones de telefonía

Dado este factor económico tan diferencial y siempre como recomendación general en el diseño de soluciones completas de VoIP, se recomienda que la implementación de estas aplicaciones, siempre que su funcionalidad no sea clasificada como crítica dentro de la empresa, se realicen a través de una plataforma de software libre.

De este modo y tal y como podemos ver en el esquema de la página siguiente, un diseño completo recomendado a priori de una solución de VoIP sería aquella formada por una plataforma mixta:

- Plataforma telefónica principal. Central propietaria de fabricante como nodo principal para soportar el grueso de los servicios críticos de telefonía de tal manera que aporte fiabilidad y estabilidad a la solución de telefonía principal de la empresa.
- Plataforma FreePBX, interconectada a nivel IP con la plataforma telefónica principal con el fin de alojar todos los servicios de telefonía no críticos para la empresa que permita optimizar el rendimiento de los usuarios sin penalizar el servicio al cliente final y reduciendo los costes de inversión en estas nuevas aplicaciones.

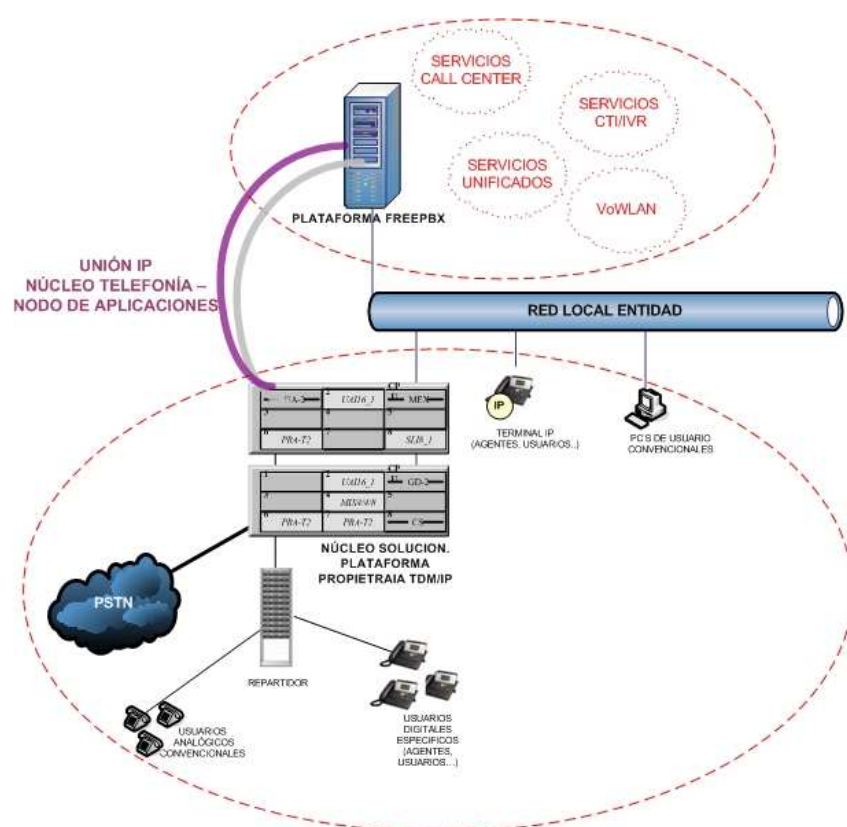


Figura 8. Solución híbrida de telefonía

## 5. Guía de diseño de redes convergentes IP

### 5.1. Visión General

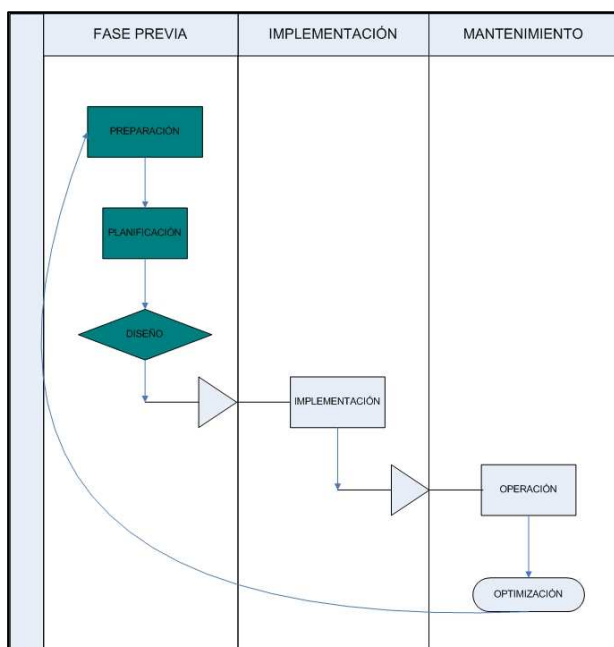
Como resultado final del presente proyecto se presenta una guía de diseño simple que permita a una entidad o a las personas responsables del mundo de las TIC establecer un escenario inicial desde el que se puedan establecer las bases para elaborar un análisis técnico-económico que permita establecer el nivel de viabilidad del proyecto.

La guía que a continuación mostramos está fundamentada en la metodología de diseño que ya han implementado alguno de los fabricantes más relevantes del mundo de las comunicaciones, en este caso Cisco, el cual establece un método de fases de actuación, delimitando en cada una de ellas las actuaciones necesarias para establecer un diseño de red real y óptimo.

El ciclo de vida de una solución se compone de las siguientes fases:

- Preparación
- Planificación
- Diseño
- Implementación
- Operación
- Optimización

En el proyecto de referencia, la guía de diseño que se muestra a continuación, hace referencia a las tres primeras fases.



*Figura 9. Fases del ciclo de vida de una solución*

De acuerdo al esquema anterior procedemos a detallar las fases del ciclo de vida de una solución que nos afectan para el diseño de una red convergente de telefonía IP (Preparación, Planificación y Diseño).

## 5.2. Fase de Preparación

### 5.2.1 Descripción General

Es la primera fase del proceso de implementación y desarrollo de cualquier solución. En ella la entidad de referencia puede tomar la iniciativa de realizar un cambio en tecnología o implementar soluciones nuevas que permitan mejorar el rendimiento y desarrollo de la entidad, así como mejorar la rentabilidad del mismo, mejorando los procesos internos de la empresa o las relaciones de cliente.

Las tareas asociadas a esta fase de preparación son las que siguen:

- Definición de requerimientos y limitaciones del cliente.
- Definición de estrategia tecnológica.

Para ello, a continuación describiremos las dos tareas asociadas a la fase de preparación, teniendo en cuenta que cada una de ellas tendrá un objetivo final, que será la premisa base para la siguiente tarea o fase.

### 5.2.2 Definición de Requerimientos y Limitaciones

Es la actividad principal de esta fase, ya que es la base fundamental desde la que se va a desarrollar la solución estratégica. Mediante análisis se deberá recoger la información necesaria para la elaboración de un informe en el que quede reflejada la información más relevante que sirva de base para las fases siguientes. En él se deben recoger al menos la información relativa a estos aspectos:

- Requerimientos.
- Escenario actual.
- Estado financiero.

A continuación mostramos alguna de las cuestiones empleadas en esta fase de recogida de información:

ASPECTOS A CONSIDERAR	TIPO DE INFORMACIÓN	INFORMACIÓN A RECOPILAR
REQUERIMIENTOS	Necesidad inmediata	Agilizar procesos de negocio, mejorar la interacción con clientes o ambas.
ESCENARIO ACTUAL	Capacidad	Volumen de usuarios Accesos a la red pública
	Infraestructura lógica	¿Cuál es su metodología funcional actual?
		¿Cómo influyen las comunicaciones de voz en el negocio?
		¿Qué infraestructura departamental dispone? (telemarketing, atención al cliente, servicio técnico, etc.)
	Infraestructura física	Número de sedes Sistema de conexión WAN entre ellas Tipología de trabajadores Tipología de clientes
ESTADO FINANCIERO	Recursos de inversión	Existencia de reserva presupuestaria para inversión inicial
	Recursos de optimización presupuestaria	Periodo de amortización disponible

Tabla 12. Información fase de preparación

### 5.2.3 Definición de estrategia tecnológica

Un punto de partida relevante para el desarrollo de una solución tecnológica es el de conocer la estrategia a seguir, es decir, cuál es la solución base más adecuada para el cliente. Para ello es fundamental hacer una extrapolación de los requerimientos físicos y lógicos de la entidad a las actuaciones y especificaciones técnicas que nos determinaran finalmente la estrategia tecnológica más adecuada para el escenario concreto de análisis.

Teniendo en cuenta siempre como factor esencial los requerimientos de la entidad, a continuación mostramos una tabla donde se refleja un modelo de extrapolación tecnológica según el tipo de información recopilada.

ASPECTOS A CONSIDERAR	TIPO DE INFORMACIÓN	ESTRAPOLACIÓN TECNOLÓGICA
ESCENARIO ACTUAL	Capacidad	Definición de la capacidad de la plataforma base de telefonía
	Infraestructura lógica	Definición de la automatización de procesos
		Definición de las aplicaciones base de telefonía
		Nivel de servicio de la plataforma
	Infraestructura física	Definición del entorno VoIP: LAN, WAN, WLAN.
		Definición de las limitaciones tecnológicas para la implantación de la tecnología.
ESTADO FINANCIERO	Recursos de inversión	Definición del aprovechamiento de recursos para reducir la inversión inicial
	Recursos de optimización presupuestaria	Definición del método para maximizar el ROI (Retorno de la Inversión)

Tabla 13. Extrapolación tecnológica fase de preparación

Esta extrapolación de las necesidades genéricas de la entidad a requerimientos y/o actuaciones tecnológicas, ha de servir para realizar un análisis final que nos permita determinar la solución base para el diseño de la red convergente de tecnología IP. Tenemos tres posibilidades diferentes, las cuales son adecuadas dependiendo del tipo de entorno. En la tabla de la página siguiente mostramos una valoración general media que nos permita realizar una primera selección, la cual debe ser siempre consensuada por el cliente.

SOLUCIÓN	PLATAFORMA TRADICIONAL IP	PLATAFORMA IP PURA	PLATAFORMA FREE PBX
REQUERIMIENTOS			
MAXIMIZAR ROI	MEDIO	ALTO	BAJO
ENTORNO DISTRIBUIDO	OPTIMO	OPTIMO	MEDIO
ENTORNO LOCAL	OPTIMO	OPTIMO	OPTIMO
ESTABILIDAD	ALTA	MEDIA	BAJA
SOPORTE Y MANTENIMIENTO	ESTABLE Y SEGURO	ESTABLE Y SEGURO	INESTABLE
FUNCIONALIDADES AVANZADAS DE TELEFONIA (Nivel de integración)	MAXIMO	MEDIO	BAJO

Tabla 14. Valoración principal plataforma según extrapolación tecnológica

De este modo definimos:

## OBJETIVO FASE PREPARACIÓN: ELECCIÓN PLATAFORMA BASE DE VoIP

### 5.3. Fase de Planificación

#### 5.3.1 Descripción General

Esta es la fase de transición entre la inicial de preparación y la fase definitiva de diseño de la solución que nos permite definir completamente el entorno. Se trata de la elaboración de una auditoría exhaustiva que nos permita optimizar el diseño de la solución identificando posibles desfases para preverlos y así tenerlos en cuenta en la fase siguiente de diseño.

Las principales actividades de esta fase son las que siguen:

- Estudio del entorno físico.
- Estudio del entorno de red.
- Estudio del entorno operativo.

En los puntos siguientes describimos cada una de las actividades.

#### 5.3.2 Estudio del entorno físico

Una vez que disponemos de la definición de la plataforma base de diseño, sobre la que se sustenta la solución convergente de VoIP, deberemos disponer de la información necesaria que nos determine la dimensión de la plataforma que cubre las especificaciones de la entidad. Así pues, deberemos completar la información que se describe a continuación:

- Ubicaciones. Determinar las ubicaciones de influencia del proyecto
  - o Sede central
  - o Sede/s secundarias con servicios de backup
  - o Sedes remotas

Para cada una de las ubicaciones descritas se deberán definir:

- Número de usuarios de telefonía tradicional.
- Número de usuarios IP.



- Discriminación de llamadas. Enrutamiento.

Con esta información conseguiremos disponer de las premisas básicas que nos permiten dimensionar físicamente la plataforma telefónica escogida y la solución requerida.

### 5.3.3 Estudio del entorno de red

Tal y como hemos mencionado en la descripción de la presente fase, el objetivo final es el de conseguir disponer de un informe de auditoria que nos permita conocer el entorno suficientemente, para permitir diseñar la solución óptima en cada caso. Por ello esta actividad hace referencia al segundo de los pilares de las redes convergentes de telefonía IP, el medio de transmisión.

El entorno de red hace referencia al medio físico de transmisión que utiliza el tráfico de Voz IP, por lo tanto engloba los elementos que se muestran en la página siguiente:

#### Red LAN

- *Cableado estructurado*. Tradicionalmente el tráfico de voz, señal analógica, se transportaba a través de un par de hilos de cobre, sin embargo la voz IP, de acuerdo a lo visto en apartados anteriores, es un tráfico basado en paquetes de información digital, por lo que necesita un medio equivalente al empleado para el tráfico de datos. Es pues fundamental conocer si existe cableado estructurado hasta el punto de usuario para conocer las posibilidades de conexión de los terminales de voz IP.
- *Electrónica de red*. En una red LAN distribuida, donde el cableado no va directo al punto central de conexión, existen dispositivos activos que permiten establecer puntos intermedios de interconexión del tráfico. En una red convergente de voz y datos, existen dos funcionalidades de los elementos de red que pueden influir en el diseño final adoptado.
  - o Funcionalidad PoE. Que soporten el estándar 802.3af, a través del cual podemos alimentar los terminales de voz IP desde el propio dispositivo de red, evitando así la alimentación directa al equipo.
  - o Funcionalidad de segmentar el tráfico en redes virtuales para distinguir y priorizar el tráfico de voz del de datos.

Este análisis de la red LAN deberá realizarse en todas las ubicaciones de interés de proyecto.

#### Red WAN

- *Líneas de operador*. Habrá que determinar la existencia o no de líneas de operador y de qué tipo, para conocer dentro del proyecto si éstas deben ser redimensionadas en capacidad o sustituidas por otras que nos permitan mejorar los parámetros que más afectan al tráfico de voz IP, véase, ancho de banda, jitter, retardo...

#### Red WLAN

- *Infraestructura de red wireless*. Al igual que para la red LAN deberemos conocer la infraestructura de red wireless, ya que en el caso de requerir telefonía IP inalámbrica, será éste el medio principal de transmisión del tráfico.

### 5.3.4 Estudio del entorno operativo

Por último, el análisis operativo que debe realizarse deberá atender tanto al estado actual como al de futuro. A continuación mostramos algunas de las premisas que se deben tener en cuenta:

- Estado actual
  - o Automatización de la gestión de empresa. Existencia de Software de gestión empresarial.
  - o Aplicaciones avanzadas de telefonía.

- Mensajería vocal.
- Control de costes telefónicos.
- Estado futuro
  - Sistemas de gestión y enrutamiento avanzado de llamadas.
  - Soluciones de comunicaciones unificadas.
  - Soluciones integración de los sistemas de telefonía con terceros (por ejemplo software de gestión empresarial).
- Para todas las anteriores funciones deberá determinarse el tipo de funcionamiento, centralizado o distribuido.

De este modo definimos:

## **OBJETIVO FASE PLANIFICACION: ELABORACIÓN INFORME DE AUDITORIA TECNOLÓGICA**

### **5.4. Fase de Diseño**

#### **5.4.1 Descripción General**

Esta es la última de las fases que afectan al proyecto. En ella se pretende definir completamente y de forma detallada la solución que en base a las especificaciones generales de la entidad y teniendo en cuenta la infraestructura global del escenario pueda a través de la tecnología, en este caso IP, cubrir las especificaciones funcionales que la entidad requiere.

Las principales actividades de esta fase son las que siguen:

- Definición de perfiles de usuario.
- Definición de recursos de operador.
- Definición entornos de red.
- Definición de recursos para aplicaciones avanzadas de telefonía.
- Realización de esquema de red general.

A continuación describimos cada una de las actividades

#### **5.4.2 Definición de perfiles de usuario**

De acuerdo a lo mencionado en puntos anteriores, el análisis de las soluciones convergentes de telefonía implica necesariamente conocer la influencia de este tipo de comunicaciones en el negocio de la entidad, siendo esta clasificación uno de los análisis más importantes en el diseño de la solución más adecuada. Por ello la primera clasificación que se debe hacer en un diseño de estas características es la de definir diferentes perfiles de usuario en función de la actividad de voz de cada uno de ellos. Para ello se utiliza la unidad de medida habitual (Erlangs).

A continuación mostramos una tabla donde se definen los perfiles más estándares que se utilizan en el mercado y su equivalencia en tráfico en Erlangs.

Tipo de usuario	Trafico por usuario
Estándar	0,16 Erlangs
Operadora	0,35 Erlangs
call center (atención al cliente)	0,99 Erlangs

*Tabla 15. Nivel de tráfico por perfil de usuario*

### 5.4.3 Definición de recursos de operador

Una vez hemos determinado los perfiles de usuario es fundamental poder dimensionar los recursos de operador convenientemente, con el fin de definir los recursos necesarios para la actividad de la empresa suficientes que no suponga una sobredimensión de los mismos y por ende un aumento de los costes de inversión.

Existen varias metodologías de cálculo, el estudio generalista estima que no debería haber más de un canal de llamada por cada cuatro usuarios, sin embargo esta definición estima que el volumen de tráfico es estándar y constante, algo que supone un punto de partida erróneo para el diseño de soluciones de telefonía para corporaciones multisede en entornos distribuidos, donde las peculiaridades pueden marcar la diferencia.

Para poder establecer un cálculo más realista que se ajuste a las particularidades de las empresas existen métodos de cálculo desarrollado por multitud de fabricantes que permiten aproximar el resultado utilizando mayor número de variables, como son el cálculo del tráfico por tipo de usuario y la probabilidad de pérdida de llamadas en situación real. En el Anexo III del presente proyecto podemos ver el método de cálculo escogido para el cálculo de los recursos de operador, en este caso se ha escogido el modelo del fabricante Alcatel-Lucent.

### 5.4.4 Definición de entornos de red

En una solución convergente de comunicaciones en la que el tráfico de voz y datos comparten el mismo medio físico, es fundamental diseñar el entorno de red de manera escrupulosa, tanto a nivel físico como a nivel lógico. En este análisis deberemos atender a tres aspectos clave relacionados cada uno de ellos con el escenario de red concreto al que afecta:

- Red LAN.
  - Red de cableado estructurado. Como ya hemos visto anteriormente, el cable es el medio físico de transmisión del tráfico tanto de voz como de datos. Para las comunicaciones de voz IP, objeto de este proyecto, la definición clara de este término afectará fundamentalmente en dos aspectos: Retardo y pérdida de paquetes. En función del cable utilizado mejoraremos o empeoraremos estos dos factores.
    - Categoría 6A y 7. velocidades de Transmisión hasta de 10Gbps.
    - Categoría 6. velocidades de Transmisión de hasta 1Gbps.
    - Para cualquier categoría la certificación de los enlaces de cableado, deberá estar dentro de los valores que marca el estándar de dicha categoría para evitar las pérdidas de señal.
  - Electrónica de red LAN. Tal y como hemos mencionado a lo largo del estudio de este proyecto, los terminales telefónicos IP se conectan físicamente a puertos de estos dispositivos al igual que el resto del equipamiento de datos de la empresas, compartiendo los recursos de cada uno de estos equipos para los tráficos de voz y datos. Las funcionalidades de estos equipos afectan principalmente a dos factores importantes:
    - Retardo y Jitter. A través de estos dispositivos podremos priorizar el tráfico de voz frente al de datos, para mejorar la calidad de la voz IP implementada.
    - Ahorro de costes de inversión. A través de electrónica de red que soporte el estándar 802.3af (Puertos PoE), podemos alimentar los dispositivos de usuario de voz IP a través del cableado estructurado, con lo que eliminamos

la necesidad de disponer de un contacto eléctrico independiente para cada uno de ellos.

- Como parámetro fundamental en el diseño de las soluciones de telefonía en redes LAN se define, siempre que sea posible, el codec G.711. Éste permite obtener la mejor calidad de voz ya que en los entornos LAN el ancho de banda disponible no suele ser un problema.

Para ver un análisis más exhaustivo de estos temas ver Anexo I. Arquitectura de red IP.

#### - Red WAN.

Para entornos distribuidos, como es el caso del proyecto de referencia, se debe dimensionar correctamente las líneas de interconexión WAN necesarias para la unión IP entre las diferentes ubicaciones. Hay que tener en cuenta que en soluciones de redes convergentes deberemos tener en cuenta tanto el tráfico de voz como el de datos. Tal y como ha mencionado anteriormente, existen varios tipos de líneas WAN, cada una de las cuales dispone de mayores o menores ventajas en los entornos empresariales, a continuación mostramos los principales factores de decisión:

- Disponibilidad. En función del nivel de disponibilidad requerido se escogerá entre:
  - Líneas dedicadas, es decir, de uso exclusivo para la entidad de referencia. Alto nivel de disponibilidad.
  - Líneas compartidas. Bajo / Medio nivel de disponibilidad.
- Estabilidad.
- Ancho de banda. Este factor limitará la elección de las posibles líneas de interconexión WAN, ya que es fundamental para asegurar el funcionamiento de las comunicaciones entre ubicaciones. Para ello deberemos atender tanto al tráfico de voz como el de datos:
  - Datos. Se determina los anchos de banda requeridos en función del tipo de tráfico interno. Este punto no es objeto de análisis de este proyecto.
  - Voz. Se debe dimensionar el número de recursos de red requeridos en función del tráfico de voz entre ubicaciones.

Para poder establecer una comunicación entre sedes a través de la red WAN que cumpla los requerimientos anteriores, es necesario el uso de recursos hardware y/o software (DSP, Codec's), para poder establecer la comunicación entre dos medios. Estos son los recursos que deben dimensionarse y que se miden en canales de comunicación simultáneos. Al igual que ocurría en el cálculo de los recursos de operador, en el Anexo III, se muestra el proceso de cálculo escogido, basado en el modelo desarrollado por el fabricante Alcatel-.Lucent.

#### - Red WLAN.

En redes inalámbricas el medio de transmisión es el aire en vez del cable pero sin embargo disponemos de equipamiento adicional de red, como son los puntos de acceso que nos proporcionan el método físico de conexión. Para un correcto diseño de redes convergentes de telefonía para redes inalámbricas deberemos atender al siguiente factor de influencia:

- Pérdida de paquetes. Es el aspecto fundamental en el uso de redes inalámbricas para el tráfico de voz IP. Mejorar este parámetro afecta a la existencia de las siguientes facilidades:
  - Estándar de tráfico 802.11n.
  - Soluciones de redes Wifi con gestión centralizada. Implementar soluciones inalámbricas basadas en este tipo de escenarios nos permite mejorar: roaming, aplicar funciones de calidad de servicio, etc. En definitiva aplicar de forma masiva políticas que mejoran la perdida de paquetes en las redes wifi.

#### 5.4.5 Definición de recursos para aplicaciones avanzadas de telefonía

Por último, una vez dimensionada la plataforma física en el entorno distribuido de referencia, falta definir únicamente las soluciones avanzadas de telefonía. Tal y como se ha mencionado antes, la definición de este tipo de soluciones tienen dos implicaciones básicas en los diseños de red a nivel general:

- Plataformas híbridas tradicionales e IP puras. Estas soluciones implican compra directa de recursos hardware y software específicos de cada uno de los fabricantes, de manera particular, por ello no se puede entrar más en detalle en este momento.
- Plataformas Free PBX. Las soluciones avanzadas de telefonía están basadas en sistemas de terceros que se deben integrar con la plataforma telefónica libre. Estas soluciones mantienen sus requerimientos específicos en función del producto escogido.

Como premisa de diseño fundamental en cuanto a las aplicaciones de telefonía avanzadas es la siguiente:

Siempre que existan aplicaciones avanzadas de telefonía en un entorno distribuido, las cuales sean un factor fundamental en el negocio de la empresa, es esencial que el diseño propuesto cumpla las siguientes especificaciones:

- Solución Fiable y estable. Nivel de servicio activo cercano al 99,99 %
- Servicios de mantenimiento y postventa inmediatos.
- Implementación de soluciones de backup y recuperación ante desastres

#### 5.4.6 Realización de esquema de red general

Una vez diseñada la solución en los tres niveles requeridos: físico, lógico y funcional, se deberá crear un esquema de red completo que nos sirva de base de implementación para las posteriores fases de implementación, operación y optimización.

De este modo definimos:

**OBJETIVO FASE DISEÑO: DISEÑAR LA SOLUCIÓN TECNÓLICA MÁS ADECUADA.**

## **6. Conclusiones, líneas futuras y descripción del trabajo**

### **6.1. Conclusiones y líneas futuras**

Este proyecto está basado fundamentalmente en la experiencia laboral adquirida durante cinco años en una empresa de servicios que planifica, diseña e implementa soluciones reales de comunicaciones, en escenarios reales de empresa. La elaboración de este proyecto pretende dar la relevancia que tiene al diseño de las soluciones tecnológicas, adecuándolas de forma particular a las distintas entidades o particulares. En la actualidad un gran número de profesionales trabajamos en este área, dejando las tareas de implantación de campos a técnicos especialistas que seguirán las directrices marcadas por los ingenieros de diseño, por ello las especificaciones deben ser claras y eficaces para evitar errores en las siguientes fases de implantación y mantenimiento de las soluciones.

Con este proyecto se han pretendido unificar los criterios técnicos de la tecnología VoIP para redes convergentes con los que podamos diseñar una estructura base de comunicaciones, que permita a la empresa evolucionar y acrecentar su negocio a través de las nuevas tecnologías. Se han tratado no solo los dispositivos físicos y lógicos de la nueva tecnología, sino las principales aplicaciones que nos permiten optimizar recursos, minimizando costes y acelerar los procesos internos y/o externos de la entidad.

Con la guía de diseño podremos establecer el punto de partida para convertir las necesidades específicas de una entidad concreta, en requerimientos técnicos implementables y cuantificables, que nos permitan hacer un estudio técnico-funcional y económico base, con los que establecer unos criterios sólidos para diseñar la solución convergente de telefonía IP más conveniente.

La línea futura de este proyecto es la de analizar la implantación, operación, optimización y mantenimiento de una red convergente de telefonía corporativa multisede, fases que completarían el ciclo lógico en la implantación de una solución tecnológica. Una vez establecido el planning de implantación debe ser analizado convenientemente, así como los siguientes procesos de operación y optimización ya que éstos son fundamentales para conseguir el éxito en la implementación de nuevas soluciones.

La tecnología evoluciona, y como tal nuestra infraestructura de comunicaciones debe estar siempre actualizada y optimizada con el fin de permitir la evolución futura.

### **6.2. Descripción del trabajo**

A la hora de elaborar el proyecto las principales dificultades que se han presentado, han sido la de compaginar la vida laboral diaria, y del estudio permanente que exige el estar embebido en el sector de las comunicaciones, ya que se trata de un ámbito en continuo desarrollo y evolución.

Otra de las dificultades que se han presentado, es la de describir de forma clara todos los extensos conceptos técnicos, lógicos y funcionales del tema escogido en una memoria tan reducida. Sin embargo este proyecto me ha permitido establecer unos criterios unificados útiles para mi entorno laboral ya que permite acelerar el proceso de aprendizaje de las nuevas incorporaciones empresariales.

En la página siguiente mostraremos el diagrama de Gantt en el que se refleja el proceso de trabajo destinado a la elaboración del presente proyecto.

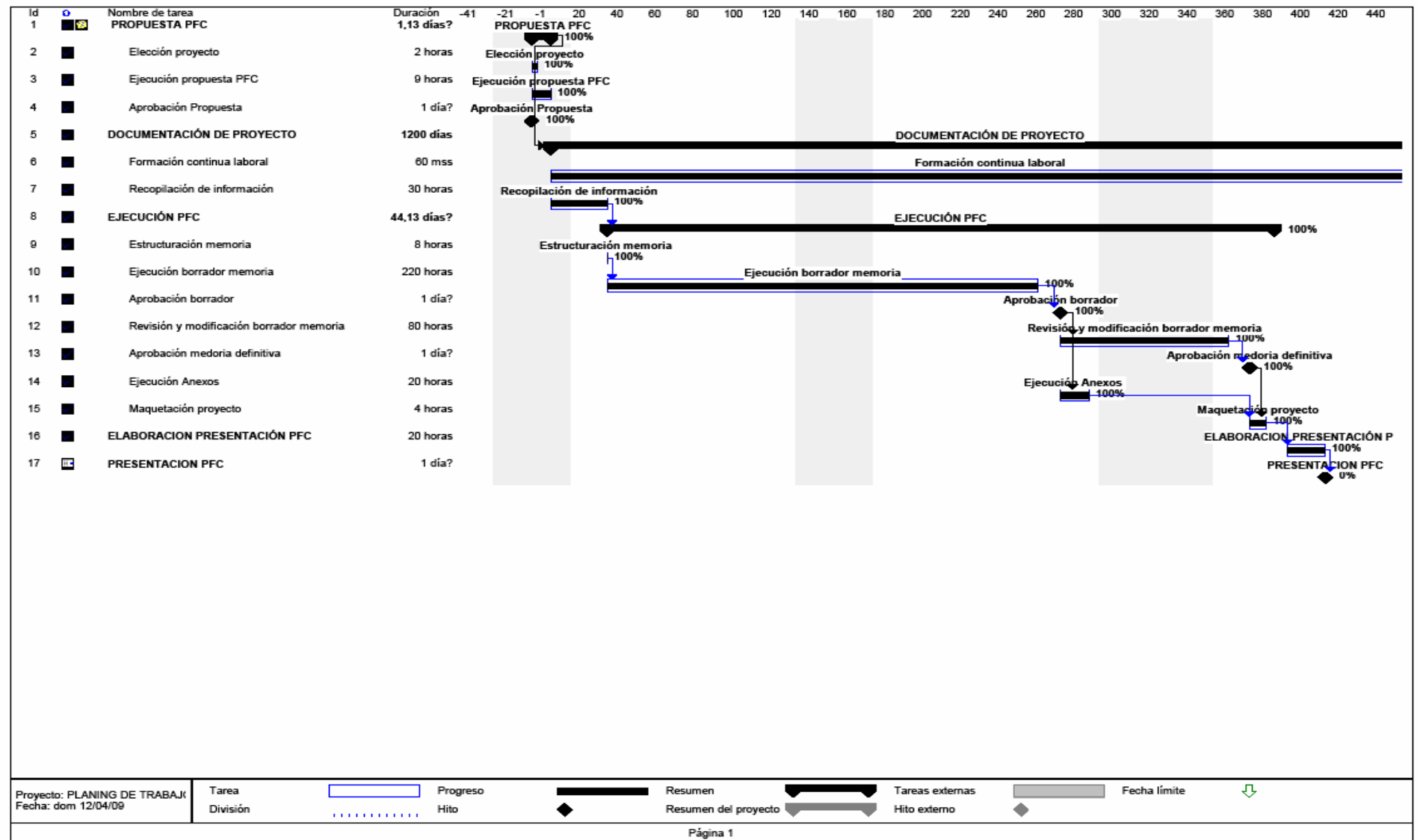


Figura 10. Diagrama de Gantt de trabajo personal

## ***Bibliografía y fuentes***

- [1] [http:// es.wikipedia.org/wiki/wikipedia:portada](http://es.wikipedia.org/wiki/wikipedia:portada)  
Wikipedia. La enciclopedia libre
  
- [2] **Estudio y Configuración de Calidad de Servicio para Protocolos IPv4 e IPv6 en una Red de Fibra Óptica WDM**  
Autor: Sebastián Andrés Álvarez Moraga  
Universidad Técnica Federico Santa María
  
- [3] **Telefonía IP**  
Autor: Carlos García Bayón  
Teledrive Telecomunicaciones S.L.
  
- [4] [http:// www.alcatel-lucent.es](http://www.alcatel-lucent.es)  
Página oficial del fabricante Alcatel-Lucent
  
- [5] [http:// www.cisco.com](http://www.cisco.com)  
Página oficial del fabricante Cisco
  
- [6] Documentación Curso de certificación CCNA (Cisco Certified Network Asóciate)  
Curso realizado en 2007 por Ana Maria Bernal



## ***Glosario de términos:***

Este glosario ha sido elaborado principalmente a partir de las definiciones y artículos recopilados en wikipedia, tanto en su versión inglesa como en la española.

**IP (Internet Protocol).** Protocolo no orientado a conexión empleado para establecer la comunicación en una red de paquetes conmutados.

**VoIP (Voice over IP).** Tecnología que permite establecer comunicaciones de voz a través de la red IP en una red de paquetes conmutados.

**PABX (Private Automatic Branch Exchange).** Hace referencia a la plataforma privada que proporciona los servicios de telefonía corporativos de una entidad. También puede denominarse a este equipamiento PBX (*Private Branch Exchange*)

**IPPBX (IP Private Branch Exchange).** Hace referencia a un equipo privado de telefonía (PBX), que utiliza la tecnología VoIP para proporcionar los servicios de voz.

**Erlang.** Se trata de una unidad de medida utilizada en el mundo de las comunicaciones para medir el volumen de tráfico.

**LAN (Local Area Network).** Hace referencia al entorno local de comunicaciones, generalmente un edificio o un entorno de unos 200 metros, en el que se encuentran conectados los dispositivos de red, como ordenadores, periféricos,

**WAN (Wide Area Network).** Hace referencia a un entorno de comunicaciones de extensión ampliada. Interconecta redes LAN a través de circuitos de comunicaciones.

**MAN (Metropolitan Area Network).** Estas redes identifican entornos de comunicaciones en un área metropolitana. Generalmente se identifican como redes WAN.

**WLAN (Wireless Local Area Network).** Se refiere a redes de comunicaciones locales en las que el medio de conexión no es a través de infraestructura cableada, como en el caso de las redes LAN, sino a través del medio área, tecnología inalámbrica.

**Jitter.** Hace referencia a la variación del retardo en el envío de información en sistemas de comunicación.

**QoS (Quality Of Service).** Hace referencia al mecanismo en el que se definen las normas para establecer comunicaciones entre dos puntos con cierto grado de calidad en su transmisión.

**COS (Cost Of Service).** Es la definición de la calidad de servicio en entornos WAN.

**Gateway.** En comunicaciones hace referencia al equipo que interconecta dos medios diferentes, como por ejemplo, posibilita la comunicación entre el mundo de las comunicaciones analógicas y el mundo de las comunicaciones digitales.

**MPLS (Multiprotocol Label Switching).** Es una tecnología de interconexión WAN privada que permite establecer conexiones similares a las de las redes punto a punto pero con las funcionalidades de seguridad, fiabilidad y calidad de las redes ATM.

**MAcroLAN /MetroLAN.** Se trata de redes virtuales realizadas sobre accesos de fibra óptica. Permite establecer conexiones privadas extremo a extremo de alta velocidad.

**DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications).** estándar ETSI para regular la comunicación de teléfonos inalámbricos digitales.

**DSP (Digital Signal Processor).** Sistema basado en elementos hardware y software que permiten realizar funcionalidades que requieren de operaciones numéricas de alta velocidad como es la conversión de las señales de voz analógica en paquetes digitales.

**Router.** Dispositivo hardware que nos permite establecer la conexión entre redes diferentes redes LAN, enrutando el tráfico en función de parámetros predefinidos.

**TCO (Total Cost Of Ownership).** Hace referencia al coste financiero de implantación.

**CTI (Computer Telephony Integration).** Término que hace referencia a la tecnología que permite que aplicaciones de telefonía se puedan integrar con aplicaciones de datos.

**PoE (Power Over Ethernet).** Término que hace referencia al protocolo estándar 803.af. Éste es el que normaliza la alimentación de dispositivos IP a través del cableado que proporciona conexión Ethernet.

**ITU / IEEE.** Son organismos internacionales que regulan la estandarización de los sistemas de comunicaciones.